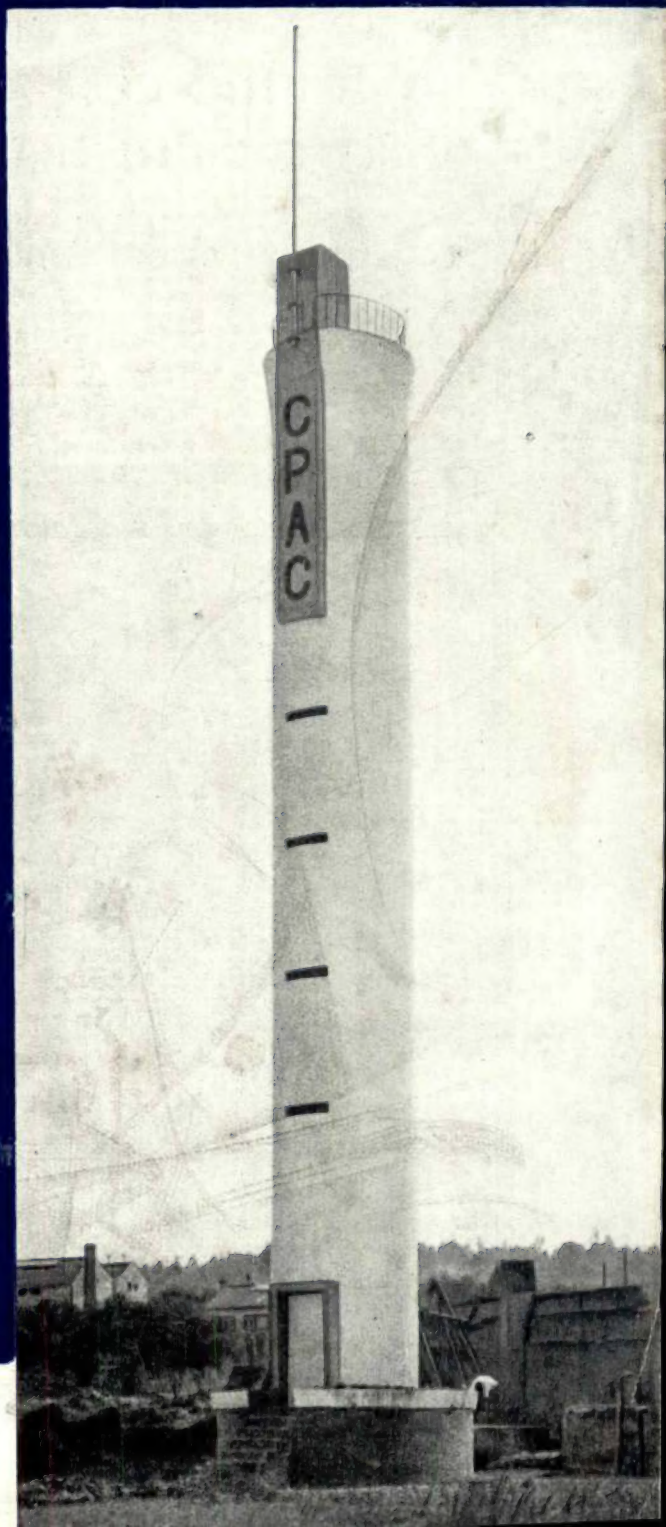
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 237 - DEZEMBRO - 1953

CIMENTO SECIL

O CIMENTO COM AS MAIORES RESISTÊNCIAS

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

Desde o Distrito de **VIANA DO CASTELO** ao de **LEIRIA** e nos Distritos de **SETÚBAL** e **ÉVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ, ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as **maiores facilidades**,

pela

UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA

e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO	22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO..	100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA...	14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua Duque de Loulé, 240
EM LISBOA R. António Maria Cardoso, 13, 2.º

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de todas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXVIII - N.º 237 Dezembro de 1953

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 70144 (Linha 50)

DIRECTOR

JOSÉ MANUEL DA CRUZ MORAIS

ADMINISTRADOR

FERNANDO MARQUES DE OLIVEIRA

CORPO REDACTORIAL

ANTÓNIO SEVERINO PINTO

CARLOS M. NOGUEIRA MARTINS

JOSÉ M. FREITAS CRUZ

LUIZ F. LUCENA FERREIRA

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	55$00	100$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

COMPOSTO E IMPRESSO NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103

LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Reservatório elevado com 22 m de altura, 2,70 m de diâmetro, 5 m de coluna de água, com capacidade de 23.40 l., espessura de parede 5 e 7 cm. — Impermeabilisado com «Impermeabilis» — Projecto do Eng.º Olívio Bento.

Págs

O Engenheiro, o Arquitecto e a Construção

Pelo Eng.º Civil (U. P.) Daniel Vieira Barbosa 117

Considerações sobre a vida profissional e escolar do engenheiro

Pelo Eng.º Elect.º (I. S. T.) Manuel Abreu Faro 133

Fornos eléctricos de soleira rotativa

Pelo Eng.º Quím.-Ind. Diplom. (I. S. T.) Manuel Chagas Roquete 142

Viga contínua de dois tramos

Pelo Eng.º Civil (I. S. T.) J. S. Brazão Farinha 151

Vida Escolar e Associativa 164

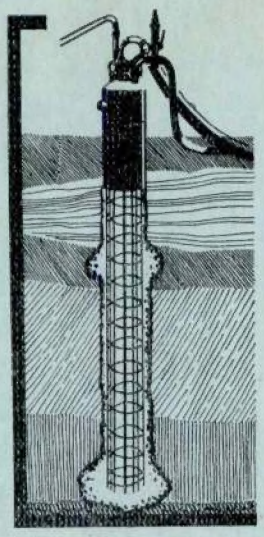
Ainda a propósito do artigo «Outro caso de ataque do teredo» 165

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 166

Do Mundo Técnico 167

Biblioteca 175

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES



AS ESTACAS *Forum*

COM EXTRACÇÃO DO TERRENO E BETONAGEM POR AR COMPRIMIDO, CONSTITUEM UM PROCESSO DE EXECUÇÃO ECONÓMICO QUANDO NÃO É DE ACONSELHAR O EMPREGO DE UM BATE-ESTACAS: JUNTO DE PRÉDIOS QUE AMEAÇAM RUINA, EM ESTALEIROS DE REDUZIDO ESPAÇO LIVRE, NA CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES, ETC.

AS ESTACAS FORUM SÃO EXECUTADAS COM AUSÊNCIA TOTAL DE VIBRAÇÕES, FUMOS E RUÍDOS.

FUNDAÇÕES FRANKI

SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA L.DA

PRAÇA DA ALEGRIA 20 R/C LISBOA

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

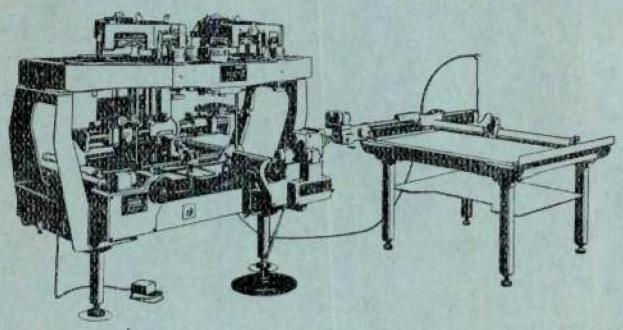
Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

WILD
HEERBRUGG



Estereo-
Autógrafo
WILD A 7

FOTOGRAMETRIA

Os grandes progressos desta ciência, relativamente moderna, têm sido acompanhados dia a dia pela organização suiça WILD e realizados nos seus afamados instrumentos de reputação mundial

Câmaras aéreas
Foto-teodolitos
Transformadores de imagens
Aparelhos restituidores

Representantes exclusivos em Portugal
PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
Rua Jardim do Regedor, 24-2.º LISBOA
Telef. 24314 Teleg. Tecna

"IMPERMEABILIS"

Sendo o **«IMPERMEABILIS»** o único produto da especialidade científica, que actua simultâneamente como hidrófugo e obliterante, é pela sua alta e comprovada eficiência, o impermeabilizante Oficialmente aconselhado na execução das partes das Construções, para as quais, nos termos do Regulamento Geral das Edificações Urbanas, haja que garantir condições de completa impermeabilidade.

Ultrapassando a pressão de 30 atmosferas, no ensaio a que foi submetido no LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, pode considerar-se intransponível pelas humidades.

O **«IMPERMEABILIS»**, não sendo inflamável, nem contendo quaisquer substâncias tóxicas, é ao mesmo tempo um produto inacessível às vegetações criptogâmicas. Consequentemente, o mais indicado para o revestimento interior dos Reservatórios de Águas. Pois, que, além de garantir a mais completa estanquecidade, melhora, ainda, os líquidos em contacto.

O **«IMPERMEABILIS»**, inatacável pelos ácidos vínicos, é o mais próprio para a impermeabilização de Depósitos destinados a Vinhos, Aguardentes e Álcool. Esta realidade, está desde há muito tempo demonstrada, numa das maiores baterias de Depósitos em cimento armado, existente em Portugal, pertencente à LUSA IMPERIAL, LTD.ª, Rua do Telhal, 53, ao Poço do Bispo e, em muitas outras obras.

O **«IMPERMEABILIS»**, aplicado nos rebocos exteriores das Construções, mantem-lhes a sua beleza estética, não as deixando envelhecer prematuramente, pelas infiltrações aquosas que sempre se têm verificado, dá ao seu interior um ambiente salutar, e melhora-lhes consideràvelmente, as condições Térmicas e Acústicas.

A preservação das Construções contra os iodos marítimos e, de uma maneira geral, contra a ruína dos tempos, só se consegue eficazmente, com a adição do **«IMPERMEABILIS»** ao cimento que, aumentando-lhe a resistência, o torna eterno.

Para maior segurança, é de aconselhar o confronto de Certificados de Ensaios Oficiais, e de trabalhos efectuados.

Todos os esclarecinentos serão prontamente facultados.

Distribuidor exclusivo para todo o Império Português:

ANSELMO DE MATOS

Av. Almirante Reis, 179, r/c — Telef. 46439 —— LISBOA

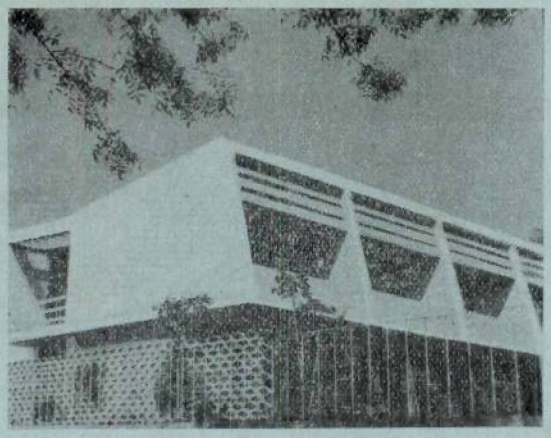
REVENDEDORES EM LISBOA:

JOÃO PEREIRA VAREIRO & FILHOS, L.DA

Rua Augusto José Vieira 12, ——— Telef. 847480

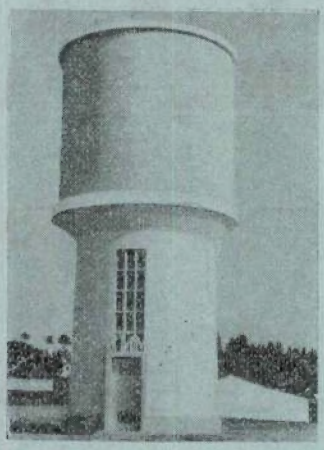
Algumas das muitas obras em que foi aplicado o "IMPERMEABILIS"

Moradia na Avenida do Aeroporto
Construção e propriedade do Sr. Eng.º
Cardoso Guerra



Moradia na Avenida do Aeroporto
Propriedade e construção do Sr. Engenheiro
Rangel de Lima

Moradia na Avenida do Aeroporto
Construção do Sr. Engenheiro Clennville Marques
e propriedade do Sr. José Dias Baptista



Depósito de água da Malveira
Obra do
Construtor Clemente Cancela

Reservatório de água da cidade de Aveiro, em Betão Armado, alt. 35 m, capacidade 1.750.000 litros
Construção do Sr. Engenheiro Pereira Zagalo

A.S.E.A.

A GRANDE MARCA SUECA DE MÁQUINAS E APARELHAGEM ELÉCTRICA

TRANSFORMADORES

ALTERNADORES

MOTORES ELECTRICOS

EQUIPAMENTOS PARA ALTA E BAIXA TENSÃO

REPRESENTANTES:

JAYME DA COSTA, L.DA

RUA DOS CORREEIROS 14 **LISBOA** — **PORTO** P. DA BATALHA, 12-12 A

Material para terraplanagens

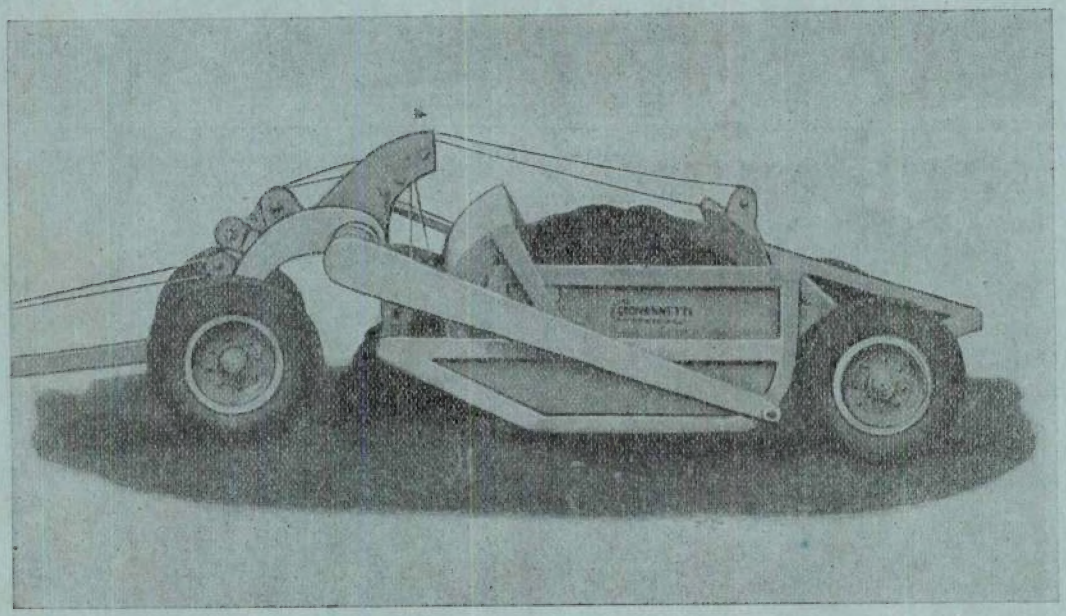
SCRAPERS

BULLDOZERS

RIPPERS

CILINDROS PÉS-DE-CARNEIRO

ETC.



EQUIPES PARA TRACTORES DE 50-70 E 140 HP

ENTREGAS RÁPIDAS

CONSULTE:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

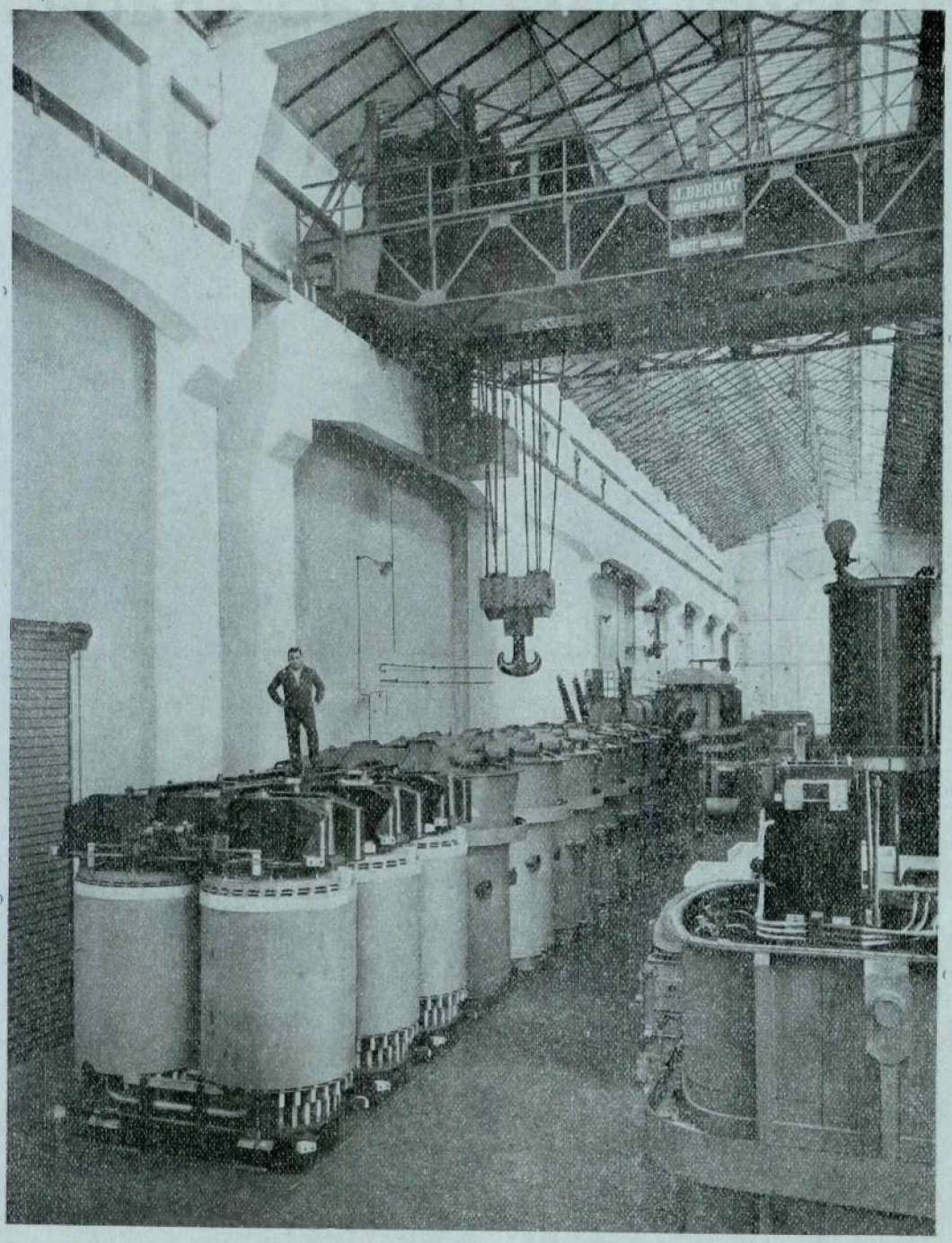
Rua Cascais, 47 — LISBOA

Telef. 37083

PORTO ——————————— LUANDA

SOCIÉTÉ SAVOISIENNE

AIX-LES-BAINS



21 Transformadores monofásicos 20.800 KVA

$$11 \Big/ \frac{142}{\sqrt{3}} \Big/ \frac{236}{\sqrt{3}} \text{ KV}$$

Subestações Ponferrada e Mudarra

EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD

ESPANHA

DELEGADOS EM PORTUGAL

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.º • LISBOA • Telefones 6 0692 - 6 6082

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

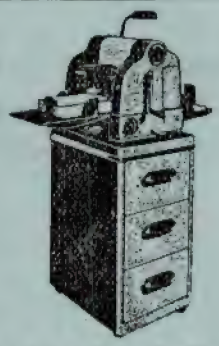
Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica



DUPLICADORES

Manuais e eléctricos.

Gestetner

OS MELHORES DO MUNDO

A GESTETNER, L.DA

RUA DA CONCEIÇÃO, 125 — Telefone 2 2528 - LISBOA
LARGO DO PADRÃO, 20, 1.º — Telefone 2 3469 - PORTO

A. J. GONÇALVES DE MORAES, L.DA

ESTABELECIDOS DESDE 1894

PORTO
R. Nova da Alfândega, 18
Tel. 27327 (6 linhas)

LISBOA
R. de S. Paulo 26 - 1.º
Tel. 34943 (5 linhas)

TRANSITÁRIOS DAS GRANDES EMPRESAS DO PAÍS

Tiveram a honra de transportar materiais e equipamentos para, entre outras, as seguintes Empresas:

HIDRO-ELÉCTRICA DO CÁVADO
HIDRO-ELÉCTRICA DO ZÊZERE
SACOR
SONAP
CUF
SOREFAME
COMPANHIA PORTUGUESA DE CELULOSE,
ETC., ETC.

AZEVEDO & PESSI, L.DA

RUA NOVA DO ALMADA, 46

LISBOA — PORTUGAL

TELEGRAMAS: PESSIL-LISBOA — TELEFONES: 29879-24495-20354

AZEVEDO & PESSI, L.DA

OFERECEM **EQUIPAMENTO PARA INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS E APARELHAGEM ELÉCTRICA DAS SUAS REPRESENTADAS**

Emile Haefely & Cie., S. A. — Basileia	**Transformadores, Condensadores**
Sprecher & Schuh, S. A. — Aarau	**Aparelhagem eléctrica**
Baume & Marpent, S. A. — Haine-St-Pierre	**Material rolante, Gasómetros**
Heinrich Flottmann, G. m. b. H. — Herne	**Martelos pneumáticos, Compressores**
Salzgitter Maschinen A.-G. — Salzgitter	**Pás mecânicas, Rastilhos perfuradores**
Badische Maschinenfabrik A.-G. — Karlsruhe	**Equipamento para fundições**
Berkefeld Filter Ges. m. b. H. — Celle	**Filtros, Instalações de correcção**
Luke & Spencer, Ltd. — Altrincham	**Amoladoras, Mós**
Eschwerke K.-G. — Duisburgo	**Britadeiras, Trituradoras**
Knapsack-Griesheim A.-G. — Frankfort	**Equipamento de soldadura**
F. Kueppersbusch & Soehne A.-G. — Gelsenkirchen	**Cozinhas, Fogões**
Mench S. A. — Bruxelas	**Equipamento para lavandarias**
Bergedorfer Eisenwerk A.-G. — Hamburgo	**Instalações frigoríficas, Centrais leiteiras**
Seitzwerke A.-G. — Kreuznach	**Máquinas para engarrafamento**
Intexico — Hamburgo	**Metais, Máquinas-ferramentas**
Anton Kaeser — Hamburgo	**Instalações de condicionamento de ar**

FÁBRICA DE PORCELANA DA VISTA ALEGRE, L.DA

Fundada em 1824

POR

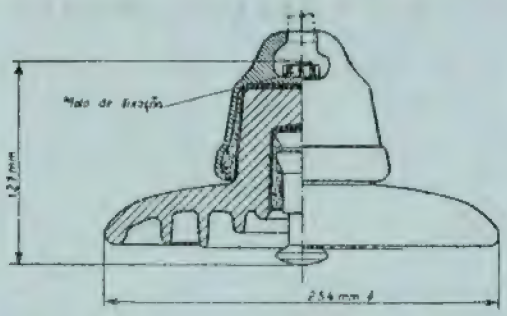
José Ferreira Pinto Basto

ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos



Peso aproximado:
4,3 kg cada elemento

Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Lisboa — Sede: Largo da Biblioteca, 17
Depósitos: Lisboa — Largo do Chiado, 18

Fábrica em Ílhavo — Aveiro
Rua Cândido Reis, 118 — Porto

...de
60.000
à
380.000
volts
Centrale EMILE HUCHET
65 000 volts
LES CABLES DE LYON
170, Av. Jean-Jaurès
LYON
LES CABLES DE LYON
Delegados
Agência Geral de Material Eléctrico, Lda.
RUA DOS INDUSTRIAIS, 4
LISBOA // 60692 - 66082
Centrale souterraine
d'HARSPRANGET
(Suède)
380 000 volts

EIS 4 PONTOS QUE TORNAM A

SCHIELD BANTAM DE 3/8

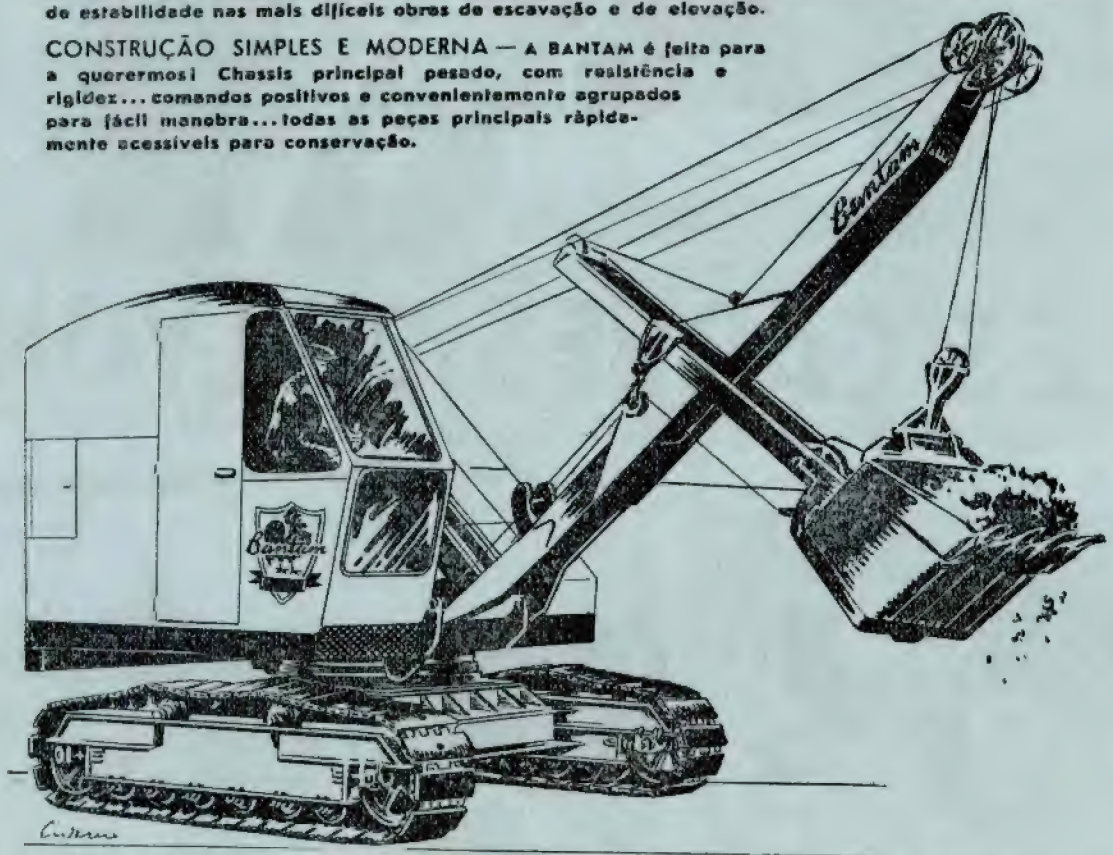
NA MÁQUINA MAIS DISPUTADA

MARCHA INDEPENDENTE — Uma característica "standard" da SCHIELD BANTAM que permite ao operador mover o equipamento frontal durante a marcha... ideal para escavação... enchimento de valas... manuseamento de materiais.

BARATA... GRANDE ESCALA DE TRABALHOS — A escavadora de mais baixo custo na indústria que vos dá ao mesmo tempo uma execução que não foi ainda atingida no seu campo por qualquer outra máquina. Nove acessórios de fácil montagem equipam a BANTAM para executar centenas de obras com maior rapidez e por menor custo.

BASE DE LAGARTAS DEVIDAMENTE EQUILIBRADA — Comprida e larga - quase quadrada - tem ainda um baixo centro de gravidade e uma folga sobre o chão adequada, permitindo-lhe o máximo de estabilidade nas mais difíceis obras de escavação e de elevação.

CONSTRUÇÃO SIMPLES E MODERNA — A BANTAM é feita para a querermos! Chassis principal pesado, com resistência e rigidez... comandos positivos e convenientemente agrupados para fácil manobra... todas as peças principais ràpidamente acessíveis para conservação.



GUINDASTE • VALADORA • PÁ DE ARRASTO • COLHER DE MANDÍBULAS
ESCAVADORA • MAGNETO • BATE ESTACAS • ENCHEDOR DE VALAS

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS PARA PORTUGAL E ULTRAMAR

BLACKWOOD HODGE

Av. Almirante Reis, 247-C — Telef. 75984

LUANDA — LISBOA — L. MARQUES

COMPANHIAS ASSOCIADAS FILIAIS OFICINAS E AGÊNCIAS EM TODO O MUNDO

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico.

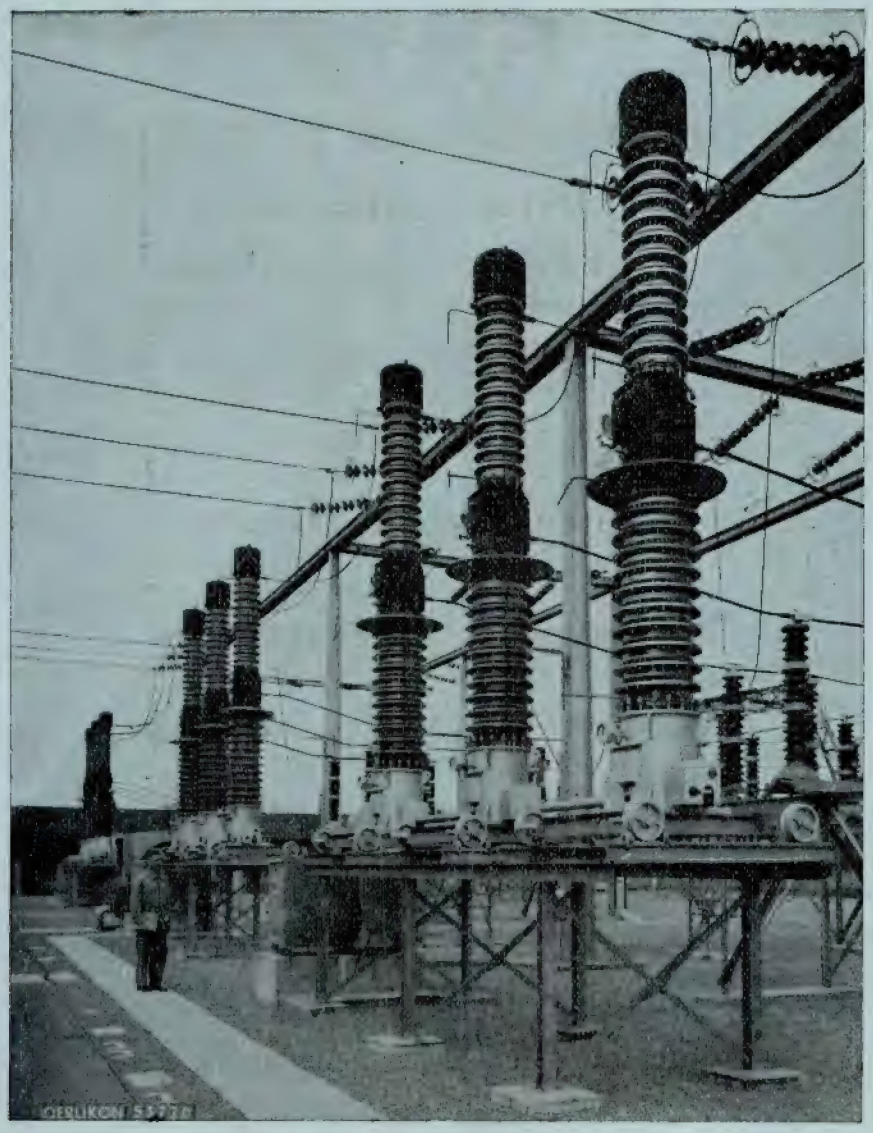
OERLIKON

Máquinas e aparelhos eléctricos de todo o género

Representante Geral para Portugal e Colónias

P. BELLASI

Porto // Rua Sá da Bandeira, 494, 3.° // Telefone 21968



Subestação Oerlikon do Serviço de Electricidade da cidade de Zurich (Suíça).
Três dos cinco disjuntores a pequeno volume de óleo, tipo TOF,
tensão de serviço 150 kV, poder de corte 3500 MVA.

PRODUTOS OERLIKON

Equipamentos eléctricos completos para centrais termo e hidroeléctricas, subestações e instalações de distribuição. Accionamentos eléctricos especiais para todas as indústrias. Geradores, motores, transformadores, reguladores de indução, comutadores, rectificadores de vapor de mercúrio, equipamentos para soldadura eléctrica por arco. Electrolizadores para a produção de hidrogénio e oxigénio. Aparelhos de manobra e protecção para alta e baixa tensão, reguladores automáticos de tensão, relés, pára-raios. Turbinas de vapor e turbo-geradores, ponte-gruas, compressores. Equipamentos eléctricos para locomotivas, automotoras, veículos diesel-eléctricos, locomotivas de acumuladores, tranvias, troleibus, funiculares e teleféricos, etc.

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON

ZURICH-OERLIKON (SUIÇA)

TÉCNICA

DIRECTOR — JOSÉ M. CRUZ MORAIS ADMINISTRADOR — FERNANDO MARQUES DE OLIVEIRA

CORPO REDACTORIAL — ANTÓNIO SEVERINO PINTO, CARLOS M. NOGUEIRA MARTINS, JOSÉ M. FREITAS CRUZ E LUIZ F. LUCENA FERREIRA

Ano XXVIII - N.º 237 Dezembro de 1953

C. D. 624/8 : 720

O ENGENHEIRO, O ARQUITECTO E A CONSTRUÇÃO

PELO ENG.º CIVIL (U. P.) DANIEL VIEIRA BARBOSA

Professor do I. S. T.

Conferência realizada no I. S. T. no dia 4 de Dezembro

Desejaria começar a despretenciosa palestra que aqui me trouxe, afirmando quanto me é agradável expor algumas ideias na Escola onde sou Professor, mas afastado, agora, daquela obrigatoriedade que empresta às aulas correntes um pouco de rigidez, e que é, decerto, consequência irremovível dum programa que há a atender.

Devo francamente confessar que uma conferência feita assim, entre estudantes e para estudantes, me aproxima mais daquela liberdade de exposição e de crítica que tanto seduz o meu espírito; por isso mesmo, quero deixar, desde já, bem expresso à Direcção da Associação dos Estudantes deste Instituto Superior, o meu agradecimento por me terem facilitado tal ensejo.

Procurarei, por mim, e no que vai seguir-se, corresponder à amabilidade do convite falando com aquela franqueza aberta que se deve à gente nova, e que ainda é, decerto, a melhor e mais segura forma de a manter com confiança ao pé de nós.

Pode parecer estranho que sendo norma corrente para as conferências aqui realizadas buscarem-se assuntos que mais particularmente interessam à teoria ou à aplicação da Ciência do Engenheiro, procurando contribuir-se, assim, para o seu maior progresso e mais larga projecção, eu tomasse exactamente como tema desta conferência de hoje não qualquer dos aspectos com que essa Ciência se apresenta, e se acredita, dentro da actividade humana, mas sim aquele que comesinhamente se traduz na materialização da vida funcional do engenheiro perante, ou a par, da do arquitecto especialmente, nesse campo tão extenso, tão delicado e tão vasto, como é o da construção em nossos dias.

Olhando ambos, quero encará-los objectivamente irmanados na sua valiosa acção de construir, e não separados por atritos lamentáveis, ou melindres inerentes ao ambito que, muitas vezes, defendem quanto às suas capacidades específicas para tal.

Tenho de facto para mim, como já o afirmei mais de uma vez, que se impõe desfazer corajosamente toda a incompreensão que, porventura, possa comprometer a íntima colaboração que se deseja, e se impõe, entre arquitectos e engenheiros, pela razão bem simples de que, fora daquele campo restricto em que cada um é senhor indiscutível do terreno a trabalhar, há outro campo de trabalho muito afim onde essa colaboração é indispensável para se atingir o equilíbrio perfeito entre a forma estética, a economia, a

eficiência funcional e a estabilidade do conjunto que ambos devotada e entusiàsticamente ajudaram a projectar e a erguer.

E essa colaboração consciente, que se deseja e se impõe, só será na verdade eficiente se for dada na plena isenção de posições, numa manifestação larga e insofismada de personalidade e de inteligência; isto é: na antecipada certeza de que o engenheiro, por exemplo, numa parte apreciável de trabalhos, vai encontrar no arquitecto um elemento de colaboração preciosa no que toca à realização e minúcias conceptivas de projectos que indiscutìvelmente são seus. E de que, por prazer o arquitecto também, não poderá com frequência dispensar o engenheiro para dar realidade estrutural e eficiência funcional às suas próprias concepções, baseadas e sentidas numa manifestação de temperamento, de aptidões inatas, que um judicioso preparo soube fazer despertar e desenvolver; e as quais se hão-de traduzir, ao fim e ao cabo, em aperfeiçoamentos bem vincados de harmonia, de equilíbrio e de beleza.

Num caso, é a ciência mais vasta e especializada do engenheiro a ultrapassar nìtidamente a ciência comparável do arquitecto; no outro, é a arte ao seu mais real e completo sentido, a sobrepor-se, sem receios de diminuições ou de confrontos, à arte arquitectural do primeiro.

A nenhum se vai negar portanto, e em valor absoluto, nem a *arte* nem a *ciência;* olhamo-las, simplesmente, nas posições relativas que ficam a traduzir o grau, o tipo e a intensidade do preparo de qualquer das profissões.

Por um lado, de facto, só atravez duma ciência própria, cuja extensão se vai sacrificando dia a dia com vista à profundidade, traduzindo-se em cálculos delicados, numa cultura intensa cada vez mais especializada e mais penetrante, num conhecimento minucioso das características intrínsecas dos materiais de construção que se empregam, só atravez uma ciência assim — dizia eu — se poderá obter a garantia da solução mais económica, mais eficiente e mais perfeita dentro da segurança que o interesse geral impõe.

E pelo outro, também, só através dum sentido muito próprio, a traduzir-se numa cultura elevada capaz de despertar concepções e sentimentos que o cálculo nem sempre abarca, nem os números definem, capaz de integrar num conjunto funcional preocupações de harmonia, de sensibilidade e de síntese, capaz de vincular com uma marca de carácter artístico uma obra a quem a cria, buscando na quantidade o apoio indispensável para firmar em qualidade uma forma, ou um equilíbrio, se poderá chegar a obter o meio de satisfazer aquilo que o homem busca construindo, dentro das exigências técnicas e das satisfações que procura de ordem física ou moral.

O tema escolhido é — porque não dizê-lo? — particularmente melindroso e, por isso mesmo, é meu desejo trata-lo sem vínculos de qualquer espécie que, porventura, tirassem à minha modesta opinião o carácter estrictamente individual que lhe confiro; não será, portanto, o Professor Universitário que procura traduzir, de certo modo, pontos de vista, ou tendências, da Escola a que pertence e em que ensina: nem, tão pouco, o Bastonário da Ordem dos Engenheiros que vem reflectir aqui, em descoloridas palavras, opiniões duma classe.

É o depoimento, sòmente, dum engenheiro entre muitos, que sinceramente acredita na imprescindibilidade dum perfeito entendimento, duma respeitosa compreensão, entre os profissionais da engenharia e da arquitectura, na certeza adquirida de que as próprias formações especializadas, longe de os afastar ou dividir, podem contribuir para os lançar, sem melindres nem equivocos, numa convergência que conduza a uma intervenção colaborante.

Para tanto bastará que os seus preparos escolares, e «post-escolares», se façam de tal modo que os levem a sentir a necessidade dessa colaboração, de forma a bem saberem medir, com o melhor e mais objectivo critério, aquilo que cada um deva e possa exigir do outro.

Por isso mesmo, ao analizar na Assembleia Nacional, aqui há uns três anos, a proposta de lei que se referia à reforma do ensino das Belas-Artes, afirmei como sentia que o estudante de arquitectura necessitava de uma cultura, relativa à teoria estrutural, mais intensa e mais profunda, de forma a poder acompanhar, em plena compreensão, a evolução e as exigências da actual técnica construtiva; só de facto, assim, poderia amanhã o arquitecto sentir e, portanto, exigir conscientemente do engenheiro aquilo que a sua preparação, tão especial e tão vasta, lhe não pode nem lhe deve fornecer.

E, de igual modo, como hoje admitia já, então, que o arquitecto seja o primeiro a exigir, na preparação do engenheiro, um mínimo de cultura artística também, de forma a que este melhor possa perceber, e sentir, a necessidade do arquitecto, e mais respeite, portanto, as suas intervenções e soluções.

Mas isto sem esquecer que a ciência da construção tem particulares características para uns e para outros, de tal forma que toda a preocupação de rigor que a matemática trás sempre acorrentada a si se deve considerar incompatível com a base de formação do arquitecto.

Há ainda bem pouco tempo, no 3.º Congresso da União Internacional dos Arquitectos, o Prof. Nicolosi, do Instituto de Arquitectura e de Urbanização da Universidade de Roma, lembrava tornar-se necessário que o arquitecto tivesse conhecimento sensível das deformações e das tensões correspondentes às diversas condições de carga e de equilíbrio, como qualquer escultor o deve ter da configuração muscular dos indivíduos; mas sem que, para tal, se impuzesse descer às precisões rigorosas, visto que muito mais do que a medida em quantidade é a visão qualitativa que lhe interessa.

Poderíamos admitir, então, num exemplo talvez um pouco ousado, que a representação das diferenças de tensões, e as orientações destas, que uma imagem foto-elastecimétrica traduz, interessa ao engenheiro e pode interessar ao arquitecto: àquele, como indicativo dum trabalho de cálculo que o leva a definir, na sua composição resistente, uma determinada estrutura; a este, como representação indicativa da própria condição física que, dentro da sua intuição de realizador e de artista, é em parte razão de ser da própria estrutura, também.

Para aquele será, portanto, condição determinante dum cálculo a efectuar; para este, simples indicativo que, num judicioso critério, lhe servirá para ponderar ou para escolher.

E posto isto, à laia de introdução, recuemos um pouco no passado, de forma a poder seguir, e a medir, alterações que se deram, e que podem justificar plenamente o conceito de bom entendimento e de concórdia que os engenheiros e os arquitectos, de hoje, têm de aceitar para exercerem, com dignidade e com proveito, a sua prestimosa acção de construir.

Perde-se no decorrer dos tempos a arte de construir, visto ela acompanhar a história do próprio homem como manifestação engenhosa da sua inteligência e saber; rudimentar ou cuidada, simples ou grandiosa, ficou a definir-nos sociedades, a delimitar-nos épocas, sobretudo a marcar civilizações.

E desde sempre, da forma mais perfeita ou mais grosseira, procurou corresponder a duas necessidades diferentes, intrínsecas em que constrói; de facto, tanto hoje como ontem, a construção procura afinal satisfazer dois imperativos distintos quanto à sua natureza e ao seu valor relativo, visto ser um de ordem física e outro de ordem humana.

Respeita aquele à segurança, à estabilidade, à materialização da própria eficiência funcional; respeita este a um conforto de ordem psicológica — passe o termo — que, na maior parte dos casos, se traduz numa procura de bem estar ou de sensações emocionais.

Busca-se satisfação para o primeiro através duma ciência aplicada, cujas bases se encontram profundamente enraizadas na física, na química, na matemática; mas para satisfazer o segundo já se requer, contudo, qualquer coisa de natureza diferente, nascida e sentida num campo muito mais emocional e muito mais humano, em que se joga com os materiais e com as cores, com as superfícies e com os volumes, com os relevos e com as sombras, de forma a justificar a afirmação tão judiciosa e subtil de Perret de que, sendo a construção a lingua materna do arquitecto, este é, afinal, um poeta que pensa e que fala construindo.

Aqueles imperativos que referi — a traduzirem, afinal, necessidades — são, por assim dizer, inseparáveis, dominando em maior ou menor grau a acção do projectista e construtor; ambos integram, de facto, a própria acção de construir, pela qual o homem procura simplesmente modificar as circunstâncias ambientes, de forma a poder criar condições melhores e novas para viver, recrear-se e trabalhar.

Esta palavra *viver* tem, aqui, o seu mais lato sentido, visto apresentar acorrentada a si todo esse cortejo imenso de preocupações, de acções, de realizações, de ansiedades, sobre as quais o homem traçou, e traça, a história da sua vida, a história da Humanidade.

Partindo dum empirismo estreito, a arte da construção foi desenvolvendo, umas vezes em perfeita obediência a regras que a experiência ditava, ou a intuições que uma tendência natural podia fazer surgir; e tudo depois se aplicava, e se passava, de geração em geração, sofrendo as correcções e o desenvolvimento com que o engenho próprio do homem enriquecia para os vindouros a herança que recebera das mãos de antecessores.

Outras vezes, a evolução construtiva firmava-se em construções arrojadas que ainda hoje nos emocionam, ou espantam, quando precisamente pensamos nas limitações ao tempo da Ciência de construir. É todo o gótico, por exemplo, no seu período final principalmente, são certas cúpulas e abóbadas dos tempos mais remotos, que nos levam a admirar profundamente a extrema capacidade de realização e concepção dos construtores de outras épocas.

O certo é que, de passo em passo, se foi a pouco e pouco caminhando para edificações em que a perícia do construtor se afirmava dentro de persecções em que uma criteriosa aplicação dos materiais construtivos marca uma preocupação ponderada de eficiência, de economia e de estética.

Mas, de um modo geral, não há separação ainda — mesmo em puro formalismo — entre quem projecta e realiza em atenção às circunstâncias físicas ou de ordem intelectual ou emocional; há como que o «Mestre da Construção», que projecta, que organiza e que executa, utilizando o seu saber para materializar, com segurança, aquilo que, na sua sensibilidade de artista, lhe foi dado conceber.

Temos na nossa História o velho Afonso Domingues, demonstrando na Casa Capitular do Mosteiro da Batalha, a par do valor da sua traça, o valor indiscutível da sua realização perfeita, tão ligados, tão comuns, que até na sua triste cegueira conseguiu fechar e rematar a abóbada que o engenho do «prudente, positivo e prático» David Ouguet — no dizer tão rico de Herculano — não salvara da ruina, apesar de «ter na sua mocidade, subido ao grau de mestre na Sociedade secreta de obreiros e edificadores».

Nas práticas estruturais de então, que nos legaram monumentos preciosos que enriquecem o País, não há que falar, decerto, duma teoria estrutural tal como hoje a consideramos, visto que muito edifício se ergueu, muita construção se levantou, antes de se encontrarem clara e devidamente formuladas as próprias leis do equilíbrio estático.

É, de facto, necessário chegar ao fim do primeiro quartel do século XVIII para ver um dos criadores da análise infinitesimal, que foi Pierre Varignon, enunciar o princípio dos momentos, tendo ficado ligado, ainda, ao nome desse extraordinário matemático, físico e astrónomo que foi Galilei Galileu a formulação precisa do paralelogramo das

forças, do qual, aliás, os nomes tão ilustres de Aristóteles, Leonardo da Vinci, Simon Stevin se não podem desligar inteiramente.

Iniciou-se, porém, com esse fundador da Ciência experimental italiana — pode bem dizer-se — a preocupação de aplicar os materiais construtivos subordinando-os a determinadas hipóteses de distribuição de tensões nas secções das peças flectidas, hipóteses que irão depois «pari passum» evolucionando à sombra dos trabalhos destacados de Mariotte, de Hook, de Young, de Navier, de tantos outros.

Só a partir dos fins do século XVIII, porém, nos começa a surgir a pleiade brilhante de verdadeiros pioneiros — na feliz designação de Stanley Hamilton — da teoria da elasticidade, marcando-se na história e na evolução do cálculo das estruturas, como nomes ilustríssimos a acreditar hipóteses, a formular teorias, a preconizar processos cada vez mais criteriosos ou mais ousados.

Poderíamos citar entre muitos, e em puro exemplo demonstrativo, Jakob e Johann Bernouilli, nos seus estudos sobre a curva elástica e princípio do trabalho virtual, Euler nas suas considerações sobre a encurvadura, Coulomb nos seus trabalhos sobre a torsão, Young na definição do módulo a que ligou o seu nome e nas suas considerações curiosíssimas acerca da posição do eixo neutro dos pilares, relativamente a cujo cálculo estabeleceu novas teorias em atenção a uma eventual curvatura inicial.

Já em pleno século XIX surge-nos o professor eminente de análise e de mecânica, que foi Navier, com a sua teoria matemática da elasticidade, a generalizar uma autêntica teoria estrutural ou particularizando um estudo como o da flexão das lages; e são, ainda, Cauchy e Poisson, Lamé e Clapeyron, Stokes e Saint-Venant, aplicando largamente a matemática na definição ou no aprofundamento de campos relativos aos estudos mais diversos, entre os quais, e sem preocupações que nos prendessem quanto à sua importância relativa, poderíamos decerto destacar os das elipsoides das tensões, das relações de igualdade entre o trabalho interno de deformação e o trabalho externo das solicitações, dos conceitos de rigidez, duma primeira teoria sobre a carga máxima de rotura, do teorema dos três momentos.

Foi também, pode dizer-se, com o geómetra da Hire, com Belidor, com Prony, que verdadeiramente nos surgem os fundamentos da estática gráfica, a que Monge havia de conferir, depois, um destacado relevo e especial interesse com a sua aplicação dos métodos da geometria projectiva, aos quais Carl Culmann deu mais tarde — posteriormente a Cremona, a Rankin, a Ritter e a Maxwell — particular desenvolvimento.

E neste novo campo, também, um conjunto cintilante de notabilíssimos cientistas vai desbravando caminho à ciência de calcular para construir; entre muitos, de facto, encontramos Winkler, Mohr, Bow, Williot, Fidler, Müller-Breslau, Ostenfeld, a abrirem ou a firmarem, em extensão e em profundidade, novas formas e conceitos para o estudo e para a aplicação, legando-nos, para tanto, uma série de trabalhos valiosos sobre linhas ou superfícies de influência, círculos de tensões, diagramas de áreas-momentos ou de deslocações, vigas contínuas, etc., etc.

Simplesmente, a realidade do comportamento das diversas estruturas não se compadecia com o simplismo dos processos, visto nem sempre se poderem desprezar os efeitos provenientes das deformações inevitáveis dos elementos que as compõem, da própria rigidez destes, das ligações super-abundantes.

Era o reconhecimento formal duma insuficiência quanto a poder-se generalizar, sem cuidados, certos métodos da estática gráfica, ou fórmulas e processos que uma aplicação a sistemas isostáticos legitimava inteiramente; era a maior ou menor hipersticidade que a experiência reconhecia, quem obrigava a procurar outros métodos através da concepção e desenvolvimento de novas e mais complicadas teorias capazes de desbravar caminhos para uma nova e mais bem fundamentada forma da teoria estrutural.

A chave desta, como observa Hamilton, estava afinal na aplicação dos princípios do

trabalho virtual e do trabalho mínimo, e em tão boa hora a solução se procurou nesse sentido que ela, depois, se desenvolveu larga e profundamente com os trabalhos de Lamé, de Maxwell, de Mohr, de Menabrea, de Castigliano, de Fontviolant, de Betti, de Müller-Breslau, de Beggs e de tantos outros.

Assim se foi estratificando uma série de conhecimentos, divulgados através duma literatura riquíssima, sobre o cálculo e o comportamento dos sistemas hiperestáticos, em relação aos quais novas e inesperadas fontes de investigação e de ajustamento foram, mais tarde, trazidas pela fotoelastecimetria ou pelo estudo das deformações em modelos, que buscam já, para além dos extensómetros mecânicos, auxílio da maior monta na medida, por exemplo, das variações da resistência eléctrica, da frequência de oscilação de cordas vibrantes, da permeabilidade magnética e, até, das propriedades piezo-eléctricas do cristal de quartzo.

Assim se foi a pouco e pouco, também, obtendo e criando um manancial precioso de técnicas e de conhecimentos que nos habilitaram posteriormente a utilizar, com melhor critério, não só os velhos e nobres materiais de sempre — como o ferro, a pedra e a madeira — mas novos materiais também — como o betão armado, o betão pre-esforçado, os aços especiais, as ligas leves e, já hoje em dia até, os aços pre-esforçados — que abriram ao construtor e ao projectista, novos e inesperados horizontes.

Para o construtor consciente, o critério duma boa economia não reside em construir o mais barato possível, mas sim em saber utilizar, com um mínimo de dispêndio e de trabalho, os materiais adequados a determinada construção, de forma a aproveitar o máximo das suas possibilidades dentro de determinado grau de segurança; e este, por sua vez, envolve o estabelecimento dum coeficiente de segurança também, que será tanto mais alto quanto mais consciente possa ser a aplicação dos materiais dentro da teoria, ou da experiência, em que o cálculo se apoiou.

Isto tudo implicará, consequentemente, um estudo aprofundado, sério, não só das características intrínsecas dos materiais que empregamos como também da maneira como eles próprios reagem às acções que os solicitam, seja no próprio instante, seja no decorrer do tempo.

O que se tem conseguido neste campo de pura investigação científica em que a teoria e a prática, a análise dedutiva e indutiva, a experimentação, caminham estrictamente unidas, pode mostrá-lo a ligação cada vez mais íntima entre aquele que calcula e realiza e os laboratórios de ensaios de materiais e de estruturas; vive-se aí muito mais, hoje em dia, do que num trabalho de pura especulação científica que sirva para apresentar nas Academias ou Congressos: desvendam-se os segredos da matéria, põem-se a nu as suas reacções e transformações, estudam-se as mais variadas formas de solicitações e de composições estruturais, buscam-se as eventuais disparidades entre a hipótese e a realidade, amoldam-se ou criam-se teorias para exprimir, com a possível verdade, estados tensionais ou de deformações.

E tudo se faz no mais alto nível científico em que a matemática, a física e a química são os verdadeiros suportes da própria interpretação, com vista a construir com critério, segurança e economia.

E não esqueçamos, mesmo num ligeiro apontamento de passagem, que muito mais do que a noção de carga de rotura é o estudo do próprio fenómeno da rotura que agora nos interessa, visto que muitas vezes, dentro daquilo que é hoje corrente apelidar-se de «tese probabilística da segurança», nos ajuda a definir o campo e a escala de utilização dos materiais construtivos que tanto se afastam já daquele dispendioso excesso de prudência de outrora que cobria, afinal e simplesmente, estados de ignorância e nada mais.

Ora é sobre todo esse saber acumulado no decorrer de mais de dois séculos, e particularmente reforçado nos últimos vinte ou trinta anos, que o engenheiro civil de hoje

— e falo neste, dado que, por agora, só o engenheiro civil nos interessa — encontra a sua melhor ferramenta para trabalhar, para realizar, para se impor; mas ferramenta que novos investigadores e cientistas têm vindo dia a dia a aperfeiçoar e a completar, naquela ânsia consciente de rigor que está na base de quantos vivam a Ciência como a mais nobre e mais bela conquista da inteligência e do espírito.

E não devemos esquecer que se se procura atenuar a complexidade dos cálculos e do trabalho que um maior rigor dos métodos impõe, utilizando para o efeito, por exemplo, as máquinas de calcular mecânicas ou electrónicas, não fazemos mais do que buscar um auxílio que, de modo algum, pode representar facilidade para incultos ou tendência de obliteração, ou de paragem, para a intelectualidade ou para o pensamento; de facto, tais máquinas não passam de meros instrumentos dele, funcionando afinal como podem funcionar os métodos de aproximações sucessivas tipo Cross, ou das relaxações tipo Richardson ou Southewell, os quais envolvem, pela sua própria essência, delicados problemas de estabilidade e de matemática superior.

São métodos em que a simplicidade duma aplicação é exactamente consequente dum complexo preparo em extensão e em profundidade, e sem o qual essa aplicação simplista, a ser possível, o seria de forma puramente inconsciente.

Não podemos duvidar, portanto, que todas as actuais possibilidades científicas de que o engenheiro civil dispõe actualmente para projectar com critério, e realizar com segurança, envolvem conhecimentos sérios e profundos no campo físico-matemático, por simples ou corrente que, muitas vezes, nos possa parecer a solução dum problema, por elementar ou ligeiro que venha a pretender-se um cálculo.

Sabem-no, e sentem-no, os próprios estudantes de engenharia civil, ou aqueles que, recem-formados, procuram alargar convenientemente os conhecimentos que obtiveram na Escola; e sabem-no e sentem-no pela consulta de tratados tão correntes como os de Salmon ou de Magnel, de Rieger ou de Smet, de Colonetti ou de Torroja, de Müller-Breslau ou de Timoshenko, de Morley ou de Castellfranchi, por via dos quais se habilita hoje em dia o engenheiro que se queira actualizado na resistência dos materiais ou na estabilidade das construções.

O engenheiro civil vive actualmente assim, mais do que nunca viveu, num reflexo motor duma vasta cultura matemática, a que já não são estranhos nem o cálculo pelas matrizes, nem o cálculo tensorial; pode mesmo afirmar-se que essa cultura matemática precisaria, na verdade, ser tão vasta e tão profunda se procurasse atender a todas as particularidades que os cálculos mais subtis lhe podem pôr frente a frente, que os problemas já correntes lhe podem conscientemente levantar, que o engenheiro se obriga a sacrificar parte dela para não perder possibilidades de outros temas de cultura que a sua própria formação lhe não dispensa.

Por isso mesmo, vivendo pela matemática os projectos e os cálculos das construções que realiza, ou ajuda a realizar, vai buscar hoje em dia ao especialista desta ciência tão bela, uma indispensável, preciosa e real colaboração.

Tive já ocasião de apelar para quem de direito em relação a estas circunstâncias existentes, e que são condicionantes da estrutura dum curso, da orientação de alunos, da habilitação dos seus mestres; e fi-lo lembrando ainda que se o cálculo, por exemplo, das lages, das abóbadas e das cúpulas, não se pode criteriosamente abordar sem o apoio cuidado da teoria matemática da elasticidade, esta, por sua vez, já se vai tornando insuficiente para muitos problemas das construções actuais. E é a teoria da plasticidade, então, que necessitamos invocar para a judiciosa solução de muitos problemas que a prática da construção começa a tornar correntes.

E que diríamos, ainda, se olhássemos aos grandes edifícios, às obras industriais ou públicas de relativa importância, em que tanta vez se deve impôr uma concepção determinada a uma estrutura no espaço?

Que diríamos, então, da necessidade imperiosa dum vasto conhecimento da física para o técnico consciente que deseje tratar, com competência e saber, dos delicados problemas relativos à transmissão das vibrações, ao isolamento quanto ao som, à luminosidade e ao calor, à impermeabilização quanto à humidade, aos estudos próprios da climatologia, da acústica e do aquecimento, à aplicação e ao cálculo de determinados materiais, como o betão pré-esforçado, por exemplo, que criou para a concepção das estruturas muito mais do que uma modalidade, uma revolução?

Que tudo isto define um campo especializadíssimo de acção, uma cultura apropriada cada vez mais complexa e mais vasta, a traduzir, mais que um direito discutível, uma razão insofismável para deter, por ela, um extenso campo de trabalho, onde só quem tiver essa cultura pode honesta e judiciosamente entrar.

Separaram-se consequentemente desta forma as culturas e as preparações destinadas a responder, pela construção, ao que esta tem de traduzir de natureza física e de natureza emocional, definindo-se nítidas especializações, portanto, para garantir a segurança, a eficiência e a economia por um lado, e o conforto, o agrado, a utilidade, o bem estar que integram condições emocionais ou de ordem psicológica, por outro.

Podem-se tentar fundir, é certo, prejudicando a profundidade muito embora em holocausto à extensão, mas o certo é que, por enquanto, as profissões do engenheiro civil e do arquitecto estão de tal forma individualizadas entre nós que se conseguem marcar formas perfeitamente distintas a constituir, se me permitem o termo, largos espaços vitais para o trabalho criador e realizador de cada um.

E nesses campos de actuação tão diferentes, ninguém poderá negar a cada um, também, ser «senhor do seu terreno», como nenhum se diminuirá, com certeza, se o chamarem a contribuir, pelo seu trabalho e pelo seu estudo, para a perfeição da construção que ao outro coube conceber, projectar e realizar.

Diríamos que nuns limites, que o próprio Le Corbusier não engeitaria com certeza, teríamos a ponte ou a barragem para o engenheiro civil, e o monumento ou o templo para o arquitecto; assim o pretendeu, com indiscutível razão, o engenheiro Schozsberger no último Congresso da União Internacional dos Arquitectos, levado a efeito em Lisboa.

Não seria consequentemente aqui que surgiriam cuidados, mas no facto de se não poder estabelecer uma linha divisória que claramente marcasse a fronteira que nenhum tem direito a atravessar sem que o outro o chame, na certeza, até, de que se os direitos são iguais, ou ambos estão prontos a *chamar* quando é preciso ou, então, o atrito surge, na reacção bem compreensível de se não querer ver subordinado aquilo que, por justiça, tem foros de indiscutível igualdade.

Num grande sector da construção encontramos de facto, e em vez de uma linha divisória, uma larga zona de contacto, de contornos esbatidos, em que o engenheiro e o arquitecto devem procurar manter mais que uma posição de relativa superioridade um entendimento perfeito quanto aos seus próprios valores e capacidades, um reconhecimento, objectivo e franco, das suas possibilidades tão próprias e tão diferentes.

Só desta forma se poderá impedir que o arquitecto parta de composições estruturais que a técnica mal comporta ou que a economia proibe, ou que resulte precária a eficiência funcional daquilo que concebeu e projectou; só desta maneira, também, se poderá tirar ao engenheiro o risco de cair, por causa da rigidez demasiado fria duma concepção de técnica abstracta, em construções que não resultam quanto à distribuição e interdependência dos espaços, ao equilíbrio preciso para a beleza das formas, ao bom sentido das devidas proporções.

Dum certo modo poderíamos dizer, sintetizando, que essa beleza e esse equilíbrio, tudo quanto em nós se destina a provocar uma sensação emocional, se cria mas não calcula, muito embora, depois, tudo materializemos calculando.

Na sua evolução, a arquitectura tornou-se de todas as artes aquela que, hoje em dia, mais exige a aplicação de conhecimentos científicos ou técnicos, talvez pela razão tão judiciosamente invocada por Augusto Perret, no seu ensaio intitulado «Contribuição a uma Teoria da Arquitectura», de que esta é, de todas as expressões da arte, aquela que mais se tem de submeter às condições materiais; e por isto mesmo Rino Levi a encarou como uma Arte e uma Ciência, considerando-a tão complexa em face dos progressos científicos ligados à construção que está no seu próprio fim, que se lhe tornou indispensável uma íntima colaboração com os especialistas da técnica construtiva e do equipamento funcional.

Isto implica portanto, segundo o seu próprio critério, um contacto íntimo com os engenheiros e os técnicos, no fito de reunir e coordenar todos os dados e informações relativas aos problemas em estudo; na construção, afirma-o convictamente, impõe-se um trabalho de equipa, a fim de se poderem procurar, e encontrar, as soluções mais adequadas ao problema em si, tendo em conta os seus factores dominantes que se definem na técnica, na economia e no conforto.

Não se pode temer, até, que o rigor de cálculos mais precisos, que a sistematização dum raciocínio esclarecido, capaz de habilitar o projectista a definir determinadas soluções, possa comprometer o equilíbrio estético do conjunto, pelo desvio que, porventura, se encontre entre a linha ideal que o artista poderia conceber e a linha resultante que o engenheiro calculou.

Pelo contrário até, visto que quanto mais nos vamos aproximando da realidade que respeita ao comportamento dos diversos materiais e, consequentemente, quanto melhor e mais judiciosamente os vamos aplicando no aproveitamento mais criterioso, também, das suas próprias possibilidades, tanto mais as proporções resultantes se traduzem soluções de particular beleza e equilíbrio.

Equilíbrio e beleza que, aliás, as próprias expressões da matemática oferecem, e que poderão criar, por si, novas e inesperadas perspectivas para o artista considerar e aplicar depois: ninguém poderá negar, decerto, a maravilhosa perfeição estética, a afirmação de equilíbrio, a compensação no jogo de volumes das formas geométricas, com que von Brackenburg, por exemplo, traduziu a duas dimensões fórmulas e expressões de matemática; ou, então, as dos sólidos compostos por linhas integrais de equações diferenciais com suas constantes, em que as mais diversas cónicas se interligam, se entrelaçam, do modo mais inesperado e mais belo.

Desde os precursores duma arquitectura definindo, ou procurando traduzir, uma civilização maquinista, cujas primeiras expressões, sendo muito embora funcionais — como ainda há pouco mais de meio ano observava André Bloc — não a levavam a declarar-se funcionalista, ou a ter ambições arquitecturais — no sentido duma procura de síntese das soluções funcionais e das soluções estéticas — desde esses precursores de então, que Eiffel e Dutert personificam, até às tendências de hoje que procuram afirmar ousadamente as teorias racionalistas mais extremes, a que as expressões de betão armado e do betão pre-esforçado dão especiais possibilidades, muito se criou, e renovou, na luta contra arquitecturas decrépitas, insuficientes nas suas concepções plásticas, ou decadentes nas faltas que evidenciavam de inovação ou movimento.

E se actualmente, então, a tendência para a melhor decoração é a da própria estrutura à vista, como muitos parece pretenderem e as realizações de Mies van der Rohe, por exemplo, ousadamente afirmam, a *estrutura* tem em si um real valor decorativo, que o arquitecto precisa aproveitar, portanto, na íntima colaboração de quem lhas pode calcular e oferecer; quem poderia negar, por exemplo, que as estruturas concebidas e realizadas por Freyssinet, Caquot, Maillart, e tantos outros, que as próprias revistas de arquitectura espalham aos quatro ventos num exemplo a atender, constituem autênticos

modelos plásticos, em que qualquer arquitecto se inspiraria, com certeza, para realizar uma obra que audaciosamente o afirmasse nesta época de ousadia em que vivemos?

Não há, assim, que manter atritos, mas partir de reais afinidades capazes de convergir para uma leal e efectiva colaboração.

Tenho para mim que não é de mais repetir que, depois de projectada uma construção, por exemplo, no seu jogo de volumes, na sua intersecção de superfícies, na minúcia delicada quanto ao acabamento e quanto à forma, no estudo da melhor distribuição, na selecção cuidada dos relevos e das cores, em que o sentimento do artista e o valor da sua capacidade em criar uma aptidão funcional se vincularam inteiramente à concepção, cabe ainda e sempre ao arquitecto controlar tudo quanto viva em relação com o meio que procurou estabelecer, com o ambiente, com a estética, tendo em conta as condições a prever de ordem funcional e técnica.

Mas «a Arquitectura é a arte de organizar o espaço e é pela construção que ela se exprime» e, assim, a obra levanta-se numa estrutura, a qual, como é evidente, só o especialista poderá devidamente calcular e projectar, portanto; e impõe um equipamento mecânico que só o técnico, também, poderá aconselhar, estudar e propor.

Cabe assim a uma formação especializada controlar, por sua vez, todo esse conjunto importante de que dependem a economia, a eficiência funcional e a segurança, visto só ela, na realidade, traduzir competência e saber para tal.

Só o especialista pode saber, por exemplo, como os elementos duma estrutura se comportam e se interligam, qual a justa posição e reações previsíveis das parcelas que a compõem: e, sem isto, não poderia projectar nem calcular com critério e segurança; só ele poderá, também, alterar o que for conveniente, modificar o que julgar preciso em face dos imprevistos inerentes a qualquer obra de relativo vulto e que surgem — quantas vezes! — por objecções cheias de oportunidade e de lógica que o arquitecto sentiu de seu dever levantar.

Nestas circunstâncias em que se não diferenciam pròpriamente os campos particulares de acção, antes se oferece um campo só onde a acção especial de cada um se confunde, ou sobrepõe, com a do outro, mau critério seria, com certeza, querer resolver o problema procurando *subordinar* quando, na realidade, o que se impõe é garantir ùnicamente um trabalho de pura coordenação, ou seja, *colaborar* e nada mais.

Tem-se mantido, com frequência, o erro de se esquecer que *construir* é, afinal, um dos fins dominantes — se não o fim exclusivo — do engenheiro civil e do arquitecto, os quais para esse efeito viram formalmente separadas as suas preparações a fim de melhor se poderem apetrechar para cumprir o importante papel que, para o efeito, lhes cabe; mas nem por isso deixaram de ser, como sempre foram, *meios* para atingir tal fim.

E se cada classe pretendesse, então, subordinar a outra no campo da construção em que a afinidade, a complementaridade, se apresentam de tal modo que o atrito pode surgir, conferiria a si próprio direitos de *finalidade* atraiçoando, portanto, a natureza da sua própria função.

Compreende-se o desejo de regulamentos, marcando princípios de deontologia, definindo posições relativas em certos casos, criando normas, estabelecendo condições; mas difícil será através duma «política de autoridade» — na designação vigorosa de Walter Voss — que tem o seu campo próprio nas normas de segurança, de higiene e de eficiência, por exemplo, chegar a conseguir, com particularidade, a forma de melhor contacto entre os profissionais da engenharia e da arquitectura.

De facto, por mais completa e formal que procurasse ser uma legislação a tal respeito, ela tem de funcionar dentro duma espécie de hierarquia documental que a estenda do geral ao particular; teria de se desdobrar, portanto, por decretos-leis e por decretos simples, por portarias e por despachos regulamentares, a atender a todas as circunstân-

cias, a prever os mais variados problemas, com a agravante de sobrepeso, ainda, de não poder traduzir, mesmo a curto prazo, uma legislação indiferente ao próprio tempo.

Na realidade, e por exemplo, a simples alteração do ensino de engenharia civil e da arquitectura, a maior ou menor especialização num ou noutro campo, o aparecimento de novos problemas ou questões, implicariam mudanças sem as quais a legislação, no particular, ficaria dentro em breve obsoleta.

Mas, pode preguntar-se: seria na realidade impossível, apesar de tudo, conseguir através duma legislação minuciosa resolver tão delicado problema? Pode responder-se com esta observação que busca uma analogia: quantos e quantos problemas a matemática pode em teoria resolver, mas, porque implicam um tão grande número de equações e de variáveis, a prática tem de manifestar desinteresse por aquilo que, teòricamente, poderia levar à solução.

E depois há qualquer coisa, também, de subjectivo nisto tudo, como que se tivessem de afastar, por não terem sentido rigoroso, aquelas variáveis que referi, e antes as tivéssemos de substituir por variáveis aliatórias que pudessem admitir os mais diversos valores sob condição de existência, e quando muito, dum coeficiente de probabilidade.

Perdoe-se-me esta comparação deformada que busquei para deixar bem vincada como, na preocupação duma regulamentação total, o aspecto subjectivo de tão grave e delicado problema aumenta mais ainda, se é possível, a dificuldade inerente à solução procurada objectivando as questões.

A regulamentação, ou melhor, a legislação regulamentar com vista ao caso só deverá, e poderá — quanto a mim — resolver uma parte da questão, procurando definir, tanto quanto possível, o campo de acção de cada qual e dividir, quanto possível também, a parte que a cada um caiba dentro dum campo comum.

Vinda à responsabilidade dum governo não poderá menosprezar os direitos de qualquer, nem proteger este ou aquele em sacrifício dos restantes: tem de constituir uma peça de absoluta equidade que visa a defender não o interesse de A ou B, mas o interesse geral.

Por isso mesmo deve procurar a legislação — isso sim! — impedir que se recalquem direitos que se mereçam respeitar, não consentindo, por exemplo, que as diversas entidades responsáveis, às quais o arquitecto e o engenheiro dão o melhor do seu labor, possam, por qualquer motivo e a seu bel-prazer, dar orientações particularistas às relações de trabalho para aqueles profissionais da construção.

A legislação necessária, procurando impedir abusos, descriminando e defendendo direitos, deve ter como fito principal não impor subordinações, mas sim conduzir aquela colaboração eficiente que todos nós desejamos entre arquitectos e engenheiros, na certeza, porém, de que esta se consolidará, e definirá, por si própria no dia em que engenheiros e arquitectos, na compreensão e no respeito mútuo das suas possibilidades, previlégios e obrigações, sintam que no conjunto das suas formações especializadas está hoje em dia o *todo* indispensável para levar a Ciência, e a Arte de Construir, à máxima perfeição, às máximas possibilidades.

Grande parte, portanto, da solução do problema tem de caber a eles próprios, sem intervenção do governo nem de legislação especial; e a experiência mostra como essa colaboração é possível: basta olhar para os nomes dos engenheiros e arquitectos que, a par, subscrevem os mais variados projectos que revistas especializadas, como «l'Architecture d'aujourd'hui», a «Bauen + Wohnen», a «Werk», a «Technique des Travaux», etc., trazem constantemente até nós.

O ideal seria que aqueles que encontraram já, na sua própria experiência e na sua maturação profissional, essa forma de colaboração — que se faz sem se sentir ou impor — a podessem definir através dum código em que representantes de arquitectos e de engenheiros conscienciosamente trabalhassem, como trabalham quantos constituindo a «Building

Code Comission» procuram definir, e manter, à sombra da New York State Law, a mais leal e proveitosa colaboração entre uns e outros.

Sonho decerto ousado, que poderemos talvez materializar um dia, através duma política cujo princípio condutor reside no imperativo categórico da Técnica que Bernhard Bawink formulou assim: «seja qual for o fim a atingir daquilo que constróis, constrói de forma a corresponder o melhor possível a esse mesmo fim; quer dizer: de modo que aquilo que produzas se atinja com o mínimo de meios e o melhor resultado possível».

Diríamos que no caso que, concretamente, nos prende, e dentro deste princípio que tem o seu quê de hedonístico, o fim estaria atingido no dia em que o arquitecto e o engenheiro, sabendo-se cada um deles condição necessária para levantar, perfeita e eficientemente, a construção, encontrassem a condição de suficiência não em si próprio, também, mas na colaboração indispensável que o outro lhe venha a dar para um trabalho de verdadeira equipa, feito sem personalismos nem reservas.

Creio mesmo que o ideal estaria em que esse espírito colaborante se estendesse à própria concepção da obra que se pretende, visto que se assim se poderiam evitar, por um lado, agravamentos de custo ou o aparecimento posterior de dificuldades técnicas possìvelmente insuperáveis, o certo é também que, por outro lado, em consequência dum arrojo concepcional da parte do arquitecto, podem surgir necessidades curiosas que pensadas em comum, e em comum analisadas, podem pôr por sua vez à prova o arrojo realizador do engenheiro.

Foi exactamente uma espécie de fobia plástica — se a designação se permite — que Maillart nutria contra os vigamentos, quem o conduziu brilhantemente às soluções que os dispensassem, pela utilização de lages em pontes ou, então, através dos pavimentos fungiformes apoiados em pilares por meio de capitéis em cogumelos invertidos.

Deve aceitar-se o princípio de que o ideal técnico poderá coincidir em certos casos com o «racional puro», ou seja com o «racional» que se não define em relação a fins fixados exteriormente, visto existir por si mesmo; é, aliás, um princípio doutrinário que começa a ser corrente, e que Zchimmer, um dos maiores filósofos da Técnica, apoia na certeza de que nas fases mais elevadas da obra, naquelas onde há criação verdadeira, o técnico não procede necessàriamente partindo de fins pre-estabelecidos: tem, pelo contrário, o sentimento de ser um criador inteiramente livre, não procurando sòmente meios apropriados a certos fins já escolhidos, mas descobrindo caminhos inteiramente novos e, até então, insuspeitos para poder chegar a fins que são, afinal, novos também.

Se o engenheiro e o arquitecto, no campo que lhes é comum, desejam também criar, têm de actuar irmanados, entregando cada um ao outro o valor dos seus conhecimentos e a força das suas aptidões: convergem, portanto, para um fim que uma colaboração total vai descobrindo, através dum caminhar lado a lado.

Pensem, portanto, no grave erro que cometem muitas vezes aqueles que, pondo um projecto em concurso, o fazem especificando «que os cálculos virão depois, quando oportunamente convier»; é a subalternidade imposta desde logo a coartar a ideia da colaboração desde o princípio, e a qual deveria levar a oportunidade que se invoca a coincidir, muitas vezes, com o início da concepção.

No dia em que esse espírito de colaboração indispensável for uma realidade, conseguida por actos de consciência, bem sentidos e medidos, todos os outros problemas semelhantes, provenientes de trabalhos em comum, caminharão também para a devida solução.

E, então, tal como a velha luta entre a Medicina e a Cirurgia, a incompreensão e os atritos entre a engenharia civil e a Arquitectura só se poderão encontrar na história dum passado já distante. E busquemos o exemplo do Urbanismo, misto de Arte e de Ciência delicado, de tão largos reflexos económicos, sociais e políticos, que está hoje em dia na base das preocupações dos governos e das autarquias locais; aí o arquitecto e o engenheiro, de igual modo, se encontram em campos de acção individual muita vez indefeni-

dos, por simplesmente esquecerem que o problema se desdobra para um sentido de análise e para um sentido de síntese.

De facto, os agrupamentos humanos de razoável importância, muito embora compostos por indivíduos agindo indiscriminadamente através de atitudes que um comando próprio impõe — ou a que um hábito, ou necessidade individual, conferem inconfundíveis características de independência ou de personalidade — representam-se por acções, por exigências, por movimentos, cuja relativa regularidade traduz a simples consequência de mais uma aplicação da tão geral lei dos grandes números.

Dum certo modo poderíamos arriscar para o caso a mesma comparação que economistas modernos aceitam, sem relutância, para explicar, ou para justificar, a existência das próprias leis económicas. Rougier e Baudin, por exemplo, não hesitam em buscar uma analogia no que respeita aos gases, formados por moléculas em desordenado movimento, descrevendo trajectórias caprichosas que não só não conhecemos mas não podemos prever.

E, contudo, muito embora nada exactamente saibamos acerca da acção que cada uma exerce, por choque, nas paredes do recipiente em que esse gás se contém conhecemos, desde há muito, as leis rigorosas que regem o seu comportamento físico, reconhecendo dentro delas a certeza — por exemplo — duma igualdade de pressão para o conjunto, e a qual é, afinal, consequência da mais total desigualdade, da mais completa anarquia, no campo individual ou da unidade.

Extrapolemos a lição, e poderemos dizer que o acaso para a molécula e a liberdade para o homem não são, de forma alguma, incompatíveis com o imperativo da lei; há, como diz o Prof. Baudin, um abismo cavado entre a unidade e a massa, de tal forma que se alguns corpúsculos, se alguns indivíduos, têm como consequência a desordem, a imprevisão, um bloco de matéria, um agrupamento humano desde que seja importante, dão-nos a garantia da ordem e da precisão, portanto.

Tudo afinal se resume na frase tão feliz de Segeret: o acaso é um chefe, na verdade singular, visto tolerar a anarquia quando comanda efectivos reduzidos e impor, em contrapartida, uma disciplina de ferro quando se encontra à frente dum número considerável de unidades.

Tal como a coesão da matéria se faz à custa da indeterminação dos corpúsculos, também a ordem e a regularidade das reacções sociais são, afinal, consequentes da liberdade dos indivíduos; e isso nos mostra, portanto, que nem o acaso para aqueles nem a liberdade para estes atentam contra o rigor que se aceita para muitas leis ou relações estatísticas que, dia a dia, aplicamos.

E destas nos hão-de vir os dados, os números, os caracteres condicionantes que, no seu conjunto, ajudam a definir um estudo de urbanização; e neste campo tão próprio, em que a síntese comanda, o *urbanista* — engenheiro ou arquitecto mas, necessàriamente, o *urbanista* — tem o seu lugar destacado para conceber, projectar e dirigir.

Àqueles a quem esta restricção de «necessàriamente o urbanista» puder impressionar de qualquer forma, permito-me lembrar a posição a tal respeito tomada no recente Congresso de Arquitectura, em Lisboa, por Henri Bahrmann, prestigioso «Architecte en Chef des Bâtiments Civils et Palais Nationaux de France».

Para ele, o título de «*urbanista*» não se tem de ligar a qualquer qualificativo, por se bastar a si próprio e exprimir uma missão bem determinada; seria diminuí-lo na sua opinião, tirar-lhe a sua generalidade, prestando-lhe o termo arquitecto, engenheiro ou geómetra, visto que tal criaria uma confusão entre o homem de síntese que é o «*urbanista*», e os especialistas que concorrem à sua obra, e que poderão não passar de «*urbanólogos*».

É certo que, em seu entender, se encontra na Arquitectura a melhor formação de base, numa convicção que o leva a definir o Urbanismo — que integra o factor tempo —

como uma Arquitectura não a três mas a quatro dimensões; mas não repele o valor das outras bases para a boa formação do *urbanista*.

E não iriamos, por nós, discutir o problema agora, que se traduzia, afinal, na avaliação das posições relativas de formações cujos valores, em absoluto, ninguém pretende negar.

Poderíamos recordar até, como apoio para pensar assim, o ponto de vista defendido no Congresso de Arquitectura de Lisboa, pelo grupo denominado «Algerie», da Secção Norte-Africana: «O arquitecto, pela sua formação à vez teórica e prática, pela diversidade de conhecimentos que lhe são exigidos e prática duma profissão que o obriga a considerar constantemente um problema sob os seus aspectos mais diversos e mais minuciosos, sem perder, para tal, a vista do conjunto, beneficia duma certa predisposição e da maior facilidade do que qualquer outro para cumprir a tarefa que será a do *urbanista*. Mas não se segue necessàriamente daqui que esta tarefa seja ùnicamente privilégio de arquitectos. Deve-se admitir que um artista, que um plastificador excepcionalmente dotado, ou mesmo um homem de Ciência, podem, graças aos seus dons e aos seus conhecimentos, dar uma contribuição excepcional ao estudo e à execução dum plano.

E é esta a razão porque se pensa que toda a medida tendente a restringir o exercício do urbanismo, e a reservá-lo sómente ao portador de determinado diploma, conduziria fatalmente a uma diminuição da qualidade dos práticos e a fazer do urbanismo uma Ciência académica.»

Num desacordo, que muito embora surgisse, seria fácil topar um ponto de igual consenso: com prioridade de uma ou de outra formação, o que temos é de considerar, para o caso, o *urbanista;* dentro, portanto, desta restrição exclusivista, pode marcar-se o lugar a quem, no trabalho de síntese, cabe conceber, projectar e dirigir.

Por outras palavras mais claras: se, apesar de tudo, alguém teimasse em perguntar, ainda, quem deveria estabelecer um plano de urbanização, se o arquitecto se o engenheiro, poderíamos arrumar, de momento, a dúvida com a afirmação de Alexander Klein: os dois, mas na certeza de que o *arquitecto,* para além da sua capacidade urbanística, deverá pensar como *engenheiro,* e de que o *engenheiro,* para além das suas qualidades de organizador, deverá sentir como *urbanista*.

Onde pode, portanto, surgir o problema? Na minúcia, visto que, depois, há que conceber, projectar e dirigir em atenção ao indivíduo isoladamente, cujas necessidades dispares integram quantas, no seu trabalho de síntese, ao urbanista coube considerar, visto que, muito embora dentro das linhas gerais traçadas, se impõe atender, agora, à presença das necessidades e desejos da unidade individual, que busca na construção e no arranjo para si a criação dum ambiente próprio, definido, afinal e simplesmente, por imperativos que se encontram na sua maneira de ser.

E neste campo da construção e da arquitectura urbana, de novo dos encontramos com a necessidade de atender à eficiência funcional, à segurança, à estabilidade, ao conforto, ao bem estar, às sensações emocionais que de início consideramos; e de novo então vamos cair, também, nas considerações já feitas com vista às relações de colaboração e de entendimento entre os engenheiros e os arquitectos.

* * *

O problema tratado pode ser deveras delicado se o não soubermos objectivar, tanto mais quanto é certo que muitos aflitivamente o envolvem no problema criado de se ter tirado um curso e não poder trabalhar; não querendo dizer para muitos, direi que para alguns, pelo menos, seria de aceitar que a experiência nos pode levar a melhorar no futuro quando muito, dada a certeza adquirida de que pouco se conseguirá já no presente.

Creio, pelo que disse, haver o seu «quê» de pessimista numa afirmação feita assim: actuemos por nós próprios, numa espécie de auto-domínio que nos leve a considerar, e a medir, as reais possibilidades que, honesta e indiscutìvelmente, se traduzem pelas duas formações, e saibamos pedir ao Governo, aquilo que o Governo possa dar, não como normas correctivas a quem se não entende mas como descriminação, protecção e auxílio, a quem quere colaborar.

E ponhamos a maior esperança — e isso sobretudo! — no aumento da riqueza nacional, na organização da sua produção e sua indústria, no desenvolvimento dos planos de obras públicas, na extensão dos trabalhos de urbanismo, nas maiores possibilidades de construir e de viver melhor; mas tudo na aceitação do princípio indiscutível de que a qualidade e a economia das soluções, no campo civil ou industrial, se defende exactamente substituindo o amadorismo inconsciente pela técnica e pelo saber capaz. E, então, todos terão trabalho, porque todos podem ser insuficientes para o grande trabalho que há a fazer.

Mas devemos desejar, também, que a preparação escolar e post-escolar dos interessados corresponda a um nível que dá direitos e não a um mero formalismo com vista à obtenção de situações; e isto sem esquecer que no preparo cuidado do arquitecto e do engenheiro deve caber uma particular cultura humanista, uma particular atenção para os problemas sociais, de forma a que a especialização técnica destinada a materializar as soluções de problemas do *homem* não consiga apagar o mais transcendente e delicado aspecto da questão: o do próprio homem em si, centro de preocupações e convergência, afinal, de toda a actividade científica, de todo o labor artístico.

E oxalá que entretanto, também saibam as Escolas preparar o ambiente preciso para que um espírito de real colaboração se crie entre esses indispensáveis realizadores e modeladores da construção; mas se crie dentro duma consciência que aceita responsabilidades e que exige respeito, na certeza de que, como há pouco ainda apontava Martinelli, essa colaboração que se pretende não se deve considerar sempre como subdivisão de trabalho, com fronteiras definidas, a evitar sobreposições, à laia de espécie de mosaico cujás peças componentes se embutissem.

Pelo contrário, deverá representar-se como uma série de superfícies elípticas, tendo um foco comum, e cujos eixos se orientam de forma diversa, no desejo de inteiramente cobrirem uma determinada área.

Só desta forma se apetrecharão as gerações vindouras, nos campos da engenharia e da arquitectura, com aquele grau de personalidade, de objectividade e de segurança, que as leve a tirar todo o proveito da cultura especializada que na Escola adquiriram, visto serem, então, capazes de devidamente sentir as omissões, ou as lacunas, que outra cultura diferente poderá, e deverá, neutralizar.

Para tanto é, porém, preciso que uma certa formação plástica possa conferir ao engenheiro o sentimento consciente de que uma construção criteriosa não se pode afirmar ùnicamente por ser uma «construção racional» mas sim, como lembra Soutter, uma construção que sobretudo atinge o seu fim arquitectoral; e de igual modo, a esta conclusão tão honesta da parte dum engenheiro distintíssimo, se pode opôr — ou, melhor dizendo, apôr — a dum arquitecto também: para Alospöll, por exemplo, deve defender-se o princípio de conferir ao «elemento construção» um lugar de razoável relevo na formação do arquitecto, visto essa ser a única maneira de o levar a melhor apreciar, por conhecimento de causa, o saber científico do engenheiro e do técnico.

O ideal seria, para tanto, que desde o tempo de estudantes o engenheiro civil e o arquitecto contactassem com frequência e com amizade para, desde logo, se habilitarem

a recìprocamente sentir, e compreender, aquilo que, na cultura do outro, existe para completar a que vão tendo, ou já tem.

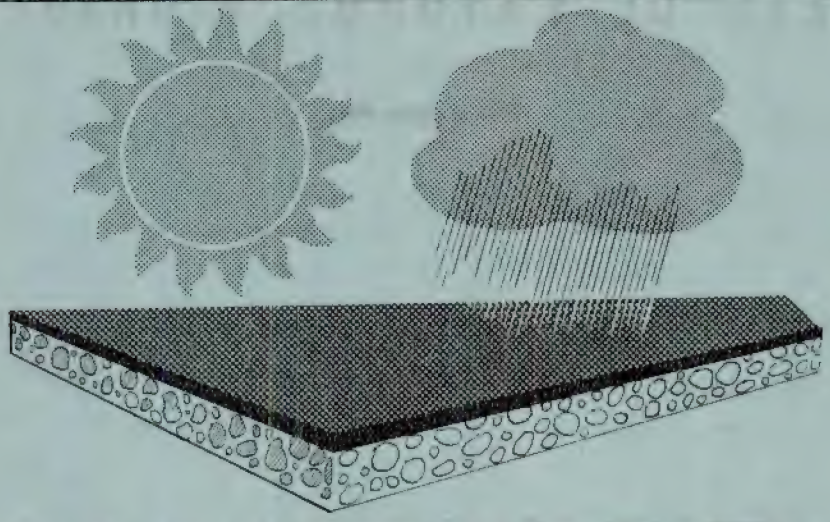
E com esta afirmação que, em plena consciência, entrego ao pensar de todos, termino manifestando a esperança de que os novos que me escutam trabalhem, amanhã, com a certeza de que quanto melhor colaborarem, tanto melhor estarão defendendo direitos que todos nós respeitamos e, conscientemente, entendemos dever continuar a defender e a respeitar.

Uma campanha da A. E. I. S. T.

A Secção Social da Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico, tentando melhorar a situação económica, de alguns dos seus associados, está desenvolvendo uma campanha no sentido de conseguir, para estes, ocupações remuneradas, compatíveis com os seus horários escolares, ou independentes destes, durante as férias.

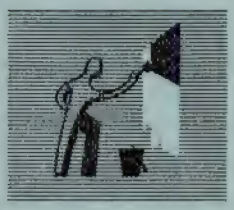
Atendendo a que se tem também em vista, conjuntamente, o aumento da capacidade técnica dos alunos, facto este que se traduzirá no futuro por uma elevação do nível da Indústria Nacional, pede a Secção Social a todos os Engenheiros e Empresas, que necessitem de serviços que julguem poderem ser prestados por alunos do I. S. T., que se dirijam à referida Associação, onde todas as informações lhes serão prontamente fornecidas.

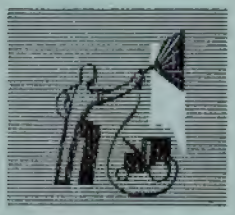
A todos, a A. E. I. S. T. desde já muito agradece.

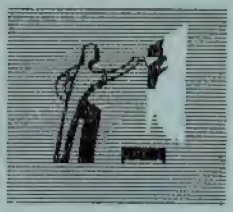


FLINTKOTE

EMULSÕES BETUMINOSAS







As emulsões betuminosas FLINTKOTE protegem eficazmente as estruturas metálicas e de betão armado, os materiais para isolamentos térmicos e tudo onde a humidade e a corrosão constituam um problema.

Para o seu caso de isolamento à prova de água ou de humidade, utilize FLINTKOTE, que pode ser aplicado à pistola, à brocha e à colher. Peça informações e detalhes completos deste produto, à secção de asfaltos da SHELL, que dispõe de pessoal habilitado para prestar gratuitamente toda a assistência técnica necessária.

SHELL COMPANY OF PORTUGAL, LIMITED

SHELL

GABINETE DE ESTUDOS HIDRÁULICOS

ORGANIZADO EM 1945

Telefones 4 5451 e 5 3873 — Rua Rodrigo da Fonseca, 62-4.º D.to — LISBOA

ABASTECIMENTOS de ÁGUA

Direcção do
Eng.º Ferreira Chaves

Alguns trabalhos realizados:

Abastecimento de Água de Setúbal.

Ampliação do Abastecimento de Água do Funchal (Plano Geral).

CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS
SONDAGENS

Direcção do
Eng.º Augusto Cavaco

Alguns trabalhos realizados:

Estação de Valada (Comp.ª das Águas de Lisboa)

Captações do Canário (S. Miguel — Açores).

TRABALHOS MARÍTIMOS
FUNDAÇÕES

Direcção do
Eng.º Vasco Costa

Alguns trabalhos realizados:

Estudo de obras acostáveis (Figueira da Foz e S. Tomé).

Fundação flutuante sobre lôdos (Sacavém).

APROVEITAMENTOS
HIDRO-AGRÍCOLAS
E
HIDRO-ELÉCTRICOS

—

"APAGEL"

Direcção do
Eng.º Barrancos Vieira

Alguns trabalhos realizados:

Rega (projectos e execução):

Aprov. Hidro-Agrícola de Vale de Moura (Rega de 250 ha).

Aprov. Hidro-Agrícola de Mercês (Rega de 40 ha).

Energia (projectos):

Aprov. Hidro-Eléctrico do Biópio (Angola).

Obras de Derivação e Central Subterrânea de Salamonde (Cávado).

C. D. 378 : 62

Considerações sobre a vida profissional e escolar do engenheiro

PELO ENG.º ELECT.º (I. S. T.) MANUEL ABREU FARO
Assistente do I. S. T.

Minhas senhoras e meus senhores.

Começo por agradecer à A. E. I. S. T. a confiança com que me distinguiu convidando-me, este ano, a dirigir algumas palavras aos novos alunos.

Aceitei com prazer a incumbência, não só pela sua finalidade própria, mas também por poder ser assim útil à A. E. I. S. T., por cuja obra e esforço tenho uma grande e sincera admiração.

* * *

Pressupõe-se lògicamente que um indivíduo quando escolhe uma profissão tem um conhecimento prévio da natureza e atribuições da mesma.

Infelizmente nem sempre assim é podendo-se, mesmo, dizer que dum modo geral tal conhecimento não existe.

Ao ser convidado pela A. E. I. S. T. para dirigir algumas palavras aos novos alunos, estas breves considerações levaram-me à convicção de ser útil e oportuno tratar as duas seguintes questões:

1) Natureza e atribuições da profissão de engenheiro;
2) Sua preparação escolar.

Se as não puder esclarecer convenientemente que fique pelo menos acentuada a necessidade da sua consideração, do que resultará a certeza duma vocação e a melhor utilização do período escolar preparatório.

* * *

O contacto que o grande público tem com as obras de engenharia, utilizando-as, não permite conceber o complexo de problemas que envolve a sua realização, e se alguma reflexão houve limitou-se dum modo geral à admiração das qualidades técnicas mais salientes ou ao espanto perante as novidades imprevisíveis.

Efectivamente são muitos os problemas, os quais, pela sua diversidade e de acordo com o estado avançado da técnica, requerem para a sua resolução indivíduos com qualidades distintas e especialmente interessados nas questões mais diversas, embora afins.

Isto significa que à profissão de engenheiro civil, electrotécnico, etc., correspondem modos diferenciados de a exercer.

Há pois razões para que se preocupem, ainda, com problemas de vocação, mesmo que se admita que a escolha que já fizeram foi razoável e definitiva.

* * *

Estes factos justificam fundamentalmente a necessidade dum esclarecimento da natureza e atribuições da profissão de engenheiro.

Comecemos por utilizar um exemplo que podia ser outro qualquer.

Imaginemos uma fábrica que construa um determinado tipo de máquinas e admitamos ainda que se trate duma empresa próspera e importante.

Uma análise simples associará a essa indústria um único problema: o do comportamento técnico das máquinas e do engenho posto na sua concepção. Contudo essas máquinas têm que se vender e, sumàriamente falando, será do lucro proveniente que dependerá a vitalidade da fábrica.

Isto é, tem que se estabelecer no ambiente económico actual e local um ciclo estável de transformações.

Em relação a esse ciclo a prosperidade da empresa tem dois significados:

Primeiro — que se vão aumentando as condições de estabilidade;

Segundo — que o ciclo inicial vai evoluindo, ganhando importância no ambiente económico em que se desenvolve.

A existência desta empresa implica pois alguém que, servindo-se de conhecimentos técnicos convenientemente condicionados às circunstâncias do local e tempo em que vivemos, teve, além dum sentido de oportunidade, a capacidade executiva suficiente para realizar o seu propósito, incluindo-se aqui o trabalho de recrutamento dos técnicos e operários necessários e a prévia consideração da existência ou não desses colaboradores.

Ora isto é próprio de engenheiros e refere-se, essencialmente à capacidade de criação de novas indústrias ou alargamento de outras já existentes.

Mas a manutenção e a prosperidade da nova empresa implicam agora outros e constantes problemas.

Efectivamente a aceitação dos produtos é limitada pela pressão exercida por outros já existentes de indústrias semelhantes ou sucedâneas.

É pois necessário haver uma actualização e melhoria de qualidade permanentes e com isto se satisfaz dum certo modo um tal técnico.

É necessária ainda uma revisão e um aperfeiçoamento dos processos de produção para que com a economia resultante se possa influir na qualidade.

Postas as coisas assim, não nos repugna aceitar que, ao analisarmos a vida interna da fábrica considerada, e salientando mais uma vez que se trata duma empresa importante, vamos encontrar uma diversidade de engenheiros ocupados em actividades distintas, tais como:

Administração, direcção técnica superior; engenheiros de projecto; engenheiros encarregados das matérias-primas; laboratórios de contrôle e ensaio dos produtos fabricados, laboratórios de investigação (relativa a problemas imediatos ou até de utilização a longo prazo); engenheiros encarregados da manutenção de oficinas e maquinaria; engenheiros encarregados da organização racional do trabalho; engenheiros comerciais encarregados da colocação dos produtos.

Além destes, outros especialistas poderão existir, como matemáticos, físicos, químicos, etc.

É evidente também que, embora um engenheiro que entre nesta fábrica evolua hieràrquicamente, ocupando lugares sucessivos de maior responsabilidade, não lhe interessará, com certeza, ocupar todos os lugares. Assim o chefe do laboratório de investigação terá pouco interesse em ser director técnico e vice-versa.

Isto significa, em última análise, que há formas diversas de exercer a profissão, sendo de toda a conveniência que cada um trabalhe em perfeito acordo com as suas tendências naturais. Progrediu-se muito, sendo necessário que a um esforço voluntário se adicione o estimulo da vocação e do gosto que temos por uma profissão.

Evidentemente que tais empresas, comportando tanta diversidade de aptidões, são raras no nosso País.

Mas isto não significa que as necessidades dum contrôle científico e da investigação não existam.

A primeira é evidente, a segunda avoluma-se notando que as soluções dependem fortemente do local onde se considerem.

Sendo assim, as pequenas indústrias, ou pelo menos não muito grandes, dirigidas por engenheiros que têm que acumular diversas funções e que portanto não têm tempo nem talvez predisposição para se dedicarem a trabalhos áridos de especialização ou investigação não podem dispensar, para sua utilidade e do País, o contrôle técnico-científico da sua produção nem a investigação de novos processos.

E, como não têm desafogo económico nem volume e frequência de problemas que justifiquem um corpo especializado de técnicos, têm uma única solução: Socorrerem-se dos laboratórios oficiais dos quais no nosso País a mais bela realidade é o L. N. E. C.

Além deste, que é o mais importante, outros existem com bastantes possibilidades.

Nestes laboratórios poderão e deverão ter cabimento exactamente aqueles engenheiros mais dados a problemas de investigação.

A utilização destes laboratórios e a consideração do seu benéfico papel é muito importante se nos lembrarmos que a sua vitalidade e alargamento de actividades depende, em grande parte, do apoio e interesse que os particulares lhes dediquem.

São evidentes as vantagens do contrôle científico da indústria, influindo na qualidade dos produtos e na economia das construções.

Basta, por exemplo, atentar na técnica dos modelos reduzidos que evita cálculos fastidiosos e anacrónicos, muitas vezes insuficientes, influindo na diminuição de coeficientes de segurança e consequente redução de materiais empregados; e esclarecendo certos fenómenos cuja complexidade difìcilmente se destrinçaria por via analítica, baseada em hipóteses algumas vezes erradas.

Parece-me pois da máxima utilidade que a pequena indústria, mesmo que não possa ter um corpo de especialistas e laboratórios devidamente equipados, não engeite os benefícios destes laboratórios ou recorra, quando não tiver potência para resolver os seus problemas, ao parecer técnico de engenheiros especialistas.

Isto, quanto à importância das empresas. Quanto à natureza dos assuntos que merecem uma especialização, poder-se-á objectar que nem todas as indústrias terão cabimento no nosso País, umas por agora, outras talvez para sempre.

É evidente que assim é.

Mas isto não significa que não tenhamos que utilizar nas nossas indústrias os progressos e os produtos das outras e muito menos que não tenhamos que encarar problemas de produção a partir de certo nível ou dominar a completa utilização de novos produtos e processos.

A mecânica de alta precisão, os aviões de jacto, a transmissão de energia eléctrica, a rádio, a televisão, progressos da química e os seus sintéticos, as audaciosas e modernas concepções de engenharia civil, dão a qualquer uma medida do nível que se atingiu e a certeza que de só poderemos dominar e contribuir para o progresso de qualquer ramo se nos dedicarmos em profundidade ao seu estudo.

Encaradas as vantagens e a necessidade de a indústria se desenvolver num ambiente técnico-científico conveniente devemos notar que o socego e desafogo material indispensáveis para a completa eficiência de investigadores puros, laboratórios e especialistas, só são possíveis se houver uma indústria que os mantenha e até certo ponto os justifique.

É preciso, pois, que a indústria se lembre objectivamente da contribuição poderosa da investigação científica, e que a investigação científica, menos objectiva, se lembre que vive da indústria.

Este dois aspectos são tão essenciais e inter-influenciam-se de tal modo que não me atrevo a chamar a qualquer deles consequência do outro.

Tudo isto é próprio de engenheiros; caberá a cada um descobrir ao longo do curso ou no início da vossa vida profissional, qual o aspecto que mais vos prende.

É importante para vós e para o País que o descubram.

Destas considerações, podereis concluir algumas das atribuições dos engenheiros. Não digo todas. Sai do meu domínio a possibilidade duma classificação exaustiva. Fica à vossa meditação prolongar estas reflexões.

Que fique, porém, claro ao vosso espírito que ao engenheiro cabe além da investigação, concepção e aplicação de conhecimentos técnicos, a descoberta dos caminhos reais que conduzem à materialização dos projectos.

E agora que falamos do que é próprio do engenheiro, falemos também do que não é próprio.

Este segundo tipo de considerações relaciona-se com aqueles que, julgando ser aqui o seu lugar, na verdade, não encontrarão aqui o melhor ambiente para o desenvolvimento das suas faculdades e ainda com os engenheiros interessados em estudos teóricos e que por esse facto se aproximam, chamemos assim, das fronteiras da engenharia.

De facto, a natural predisposição que têm certos indivíduos para a matemática, física ou química e a grande aplicação destas ciências à engenharia, lançam nas escolas técnicas pessoas a quem conviria mais um curso de matemática pura, física pura, etc.

Por outro lado, uma certa indisciplina intelectual poderá conduzir o engenheiro a interessar-se e trabalhar em domínios que lhe não pertencem.

Há uma diferença marcada entre os aspectos da matemática pura e os estudos de engenharia mesmo quando nestes se empreguem as mais altas matemáticas.

Efectivamente, a matemática deve ser encarada pelo engenheiro como elemento de utilização, não lhe cabendo o seu desenvolvimento, nem sendo, aliás, compatível com um trabalho absorvente de engenharia, uma especialização profunda e útil nos domínios da matemática moderna com intuitos de investigação, mesmo que esta se encare só no campo das aplicações.

Há pois necessidade dum critério que permita caracterizar o que ainda pertence ao Engenheiro.

Pareceu-me que existe um, quase inútil de se considerar pela sua simplicidade.

Realmente o mínimo que se pode exigir a um problema para que seja de Engenharia é que ele necessite para a sua solução de conhecimentos do engenheiro.

Um exemplo para esclarecer a posição de engenheiro perante a matemática.

Supunhamos uma equação cuja incógnita x depende de certos parâmetros m, n, p, e cuja solução se liga com um problema de engenharia. Em relação a essa equação a matemática poderá ter duas atitudes:

a) Sabe-a resolver.

b) Não a sabe resolver.

Na primeira hipótese e admitindo que a resolução envolve uma teoria de larga aplicabilidade nos domínios da engenharia, esta deve ser ensinada na escola e o engenheiro deve por si resolver o problema.

Ainda na primeira hipótese, poderá suceder que a resolução seja complexa e a teoria difícil de aprender e de utilização limitada. Então ao engenheiro comum seria pouco económico estudar, para depois tentar, uma solução.

Deve-se nessas circunstâncias recorrer ou ao matemático ou a um engenheiro especialista.

Note-se que este engenheiro não é um investigador de matemática, é apenas um engenheiro com uma preparação grande da matemática aplicada que utiliza.

Em qualquer dos casos limitamo-nos a utilizar a matemática sendo ao engenheiro razoável ou não ocupar-se do problema. Quando muito houve estudo, não houve investigação.

Há ainda a segunda hipótese: a matemática não resolve a equação.

Se esta lhe interessar, temos um exemplo duma inspiração da matemática na técnica.

Então ela investiga e o engenheiro aguarda os resultados.

Pode ainda acontecer que não se interesse pela resolução, pois que se trata dum fenómeno sem repercussão nos seus domínios.

De qualquer das hipóteses pode resultar um trabalho de investigação próprio do engenheiro.

Na segunda hipótese — a razão é óbvia — a equação não foi resolvida ou tarda a sua solução.

Na primeira hipótese há um caso de interesse: a solução geral apresentada pela matemática é complexa e de difícil manejo, não permitindo uma interpretação simples dos fenómenos.

Nestas circunstâncias compete ao Engenheiro tentar uma solução e esta tentativa tem cabimento porque em relação ao matemático ele tem uma vantagem: conhece o significado físico de *m, n, p,* digamos melhor, o significado técnico, sabe os seus limites de variação ou pode realizar os trabalhos experimentais necessários para o saber, conhece ainda *à priori,* muitas vezes, a natureza da solução. Isto permite-lhe aproximações e simplificações.

Nasce assim uma solução particular para a qual contribuiu o conhecimento específico do fenómeno em estudo. Esse facto torna-se propriedade da Engenharia.

A necessidade, urgente por vezes, e a sua utilidade para a técnica obrigaram o engenheiro a interessar-se por ela, dando-lhe uma solução suficientemente visinha da verdadeira.

Desde que o volume de problemas o justifique poderá um determinado sector ter um engenheiro especializado nestes assuntos.

Isto no que respeita à matemática.

Quanto à física, por mais próxima, as fronteiras são mais nebulosas, o que não significa que não existam; apenas quer dizer que é mais difícil destrinçá-las. Assim, por exemplo, grande parte da Engenharia utiliza e basta-lhe a física clássica.

Modernamente contudo tem-se progredido tanto no domínio das aplicações técnicas que esta já não é suficiente.

Para se interpretarem e dominarem estes fenómenos o engenheiro tem que conhecer alguns sectores da física moderna tomando contacto com os conceitos fundamentais e tomar em consideração as modificações que ela introduz nas equações da física clássica.

Os estudos de fenómenos de muito alta frequência e a electrónica são exemplos dessa necessidade.

Isto pressupõe um engenheiro com conhecimentos actuais da física; mas, por esse facto, não é um físico.

Perante um dado fenómeno o engenheiro e o físico têm atitudes diferentes: enquanto o físico busca as leis que regem o seu comportamento, o engenheiro, tornando-se conhecedor dessas leis, busca processos que dominem materialmente o fenómeno, ou seja, aspira a um controle técnico, eficiente e seguro dos fenómenos.

Pretende-se que durem o que nós queremos, que tenham a amplitude que desejamos.

O físico pode, no seu contacto com a engenharia, comunicar-lhe a possível utilidade dum determinado facto.

Ao engenheiro compete descobrir os processos e as vias reais de atingir esse fim de modo eficiente, primeiro, e econòmicamente aceitável, depois.

O aproveitamento da energia nuclear e a sua importância como sucedânea de outras formas de energia aproveitável demostram estes factos.

Outro trabalho próprio dos engenheiros será o estabelecimento de teorias e métodos de tratar certos problemas que, embora resolúveis de modo geral pela física, podem ser expressas em novos parâmetros de maior significado técnico ou apresentar um mecanismo de resolução mais simples.

A electricidade é rica nestes exemplos: basta citar a teoria dos quadrípolos

* * *

É pois da máxima importância que cada um saiba qual o sector da sua actividade e não o exceda.

Cada sector recebe doutros uma teoria que utiliza e tem a sua prática da qual provêm resultados que podem constituir a teoria de terceiros.

Se um indivíduo aspira não só a dominar o valor funcional da teoria que recebeu mas ainda a contribuir para o estabelecimento da mesma e se, uma vez aí, ainda pretende mais generalidade, esse indivíduo está em crise intelectual. E se nenhum ramo intermédio o prender vai, lògicamente, cair na filosofia e, possìvelmente, ficará divagando na teoria do conhecimento.

Estas migrações podem ser úteis ou desenfreadas.

Se por elas o indivíduo atingir o clima próprio e aí se fixar e nele se torna produtivo, está bem: descobriu-se uma vocação.

Mas se ele continua num vai-vem de movimentos, transitando de sector para sector, é natural que o seu trabalho se disperse e resulte pouco útil.

Oxalá estas palavras possam contribuir para que se desenvolva em vós o gosto pela profundidade, apenas possível com uma grande disciplina intelectual e de propósitos.

Damos assim por findas as considerações que nos propuzemos fazer sobre a primeira questão: natureza e atribuições da profissão do engenheiro.

Falemos agora da sua preparação escolar.

Vamo-nos referir principalmente ao modo como se deve desenvolver e ao papel que o aluno desempenha na sua própria educação.

A natureza das matérias que devem ser ensinadas está implícita na finalidade da escola, que é a formação de engenheiros.

Há sempre um certo subjectivismo quando se emitem opiniões sobre estes assuntos.

E, sendo assim, começo por fazer notar que subordinei as minhas ideias às seguintes convicções:

À escola compete, essencialmente, dar uma formação básica ao indivíduo, tornando-o apto à assimilação de conhecimentos dum determinado tipo e dando-lhe a capacidade de resolver certos problemas;

A preparação escolar depende fundamentalmente de duas entidades, a escola e o aluno, cabendo a este um papel activo e de responsabilidade.

Note-se ainda que estas considerações dizem respeito ao ensino superior.

* * *

Seria pràticamente impossível administrar na escola todos os conhecimentos e encarar todos os problemas que um qualquer engenheiro utilizará e terá que resolver numa determinada fase da sua vida.

Por outro lado. Não faz mesmo sentido dizer-se que a vida de estudo dum engenheiro ou de qualquer profissional termina num dado instante.

Há e deve haver uma evolução post-escolar que além de se traduzir por uma actividade de estudo constitui também uma preparação constante para o desempenho de lugares de importância e responsabilidade crescentes.

Para ela podem contribuir não só as empresas através dos seus engenheiros mais antigos, ou o engenheiro por si, orientado por um sentido de necessidade.

Além de que, não podendo garantir-se a longo prazo o género de ocupação que um indivíduo vai ter, seria pouco económico quer para a escola quer para o indivíduo a consideração dum pormenor destinado a esquecer.

Necessita-se pois de saber até onde deve ir a Escola.

A resposta não é simples e varia com o país onde o problema se considere.

No nosso País onde uma especialização intensa ainda não tem cabimento, parece-me que se deverá limitar à preparação básica e dar importância a esta.

Competirá pois nestas circunstâncias à Escola fornecer, chamemos-lhe assim, um máximo divisor comum de conhecimentos, isto é, aqueles que informam com generalidade qualquer das especialidades que o indivíduo possa vir a dedicar-se.

Isto no que respeita a conhecimento. E por conhecimento entendo eu aqui a aquisição de factos novos.

Uma escola superior tem, porém, uma missão mais importante e de maior potencialidade do que a de fornecer conhecimentos.

A sua finalidade superior é formar indivíduos capazes de os adquirir e utilizar.

E isto não se atinje nem mesmo se consegue ensinando tudo, mas apenas o que é essencial, o que é básico.

Consegue-se nas cadeiras gerais dando teorias, de que existem outras semelhantes, utilizando e dando realce a diversos padrões de raciocínio;

Nas cadeiras da especialidade, fazendo o estudo cuidado e exaustivo de determinados sistemas ou tipos de máquinas, o que se tornará um modelo útil e fecundo para no futuro se tratar outro assunto que na hora actual pode até não ter existência.

Consegue-se ainda projectando uma máquina ou uma construção que envolva uma série de problemas que ordenados por outra ordem possam ser os mesmos de outro projecto.

Não é necessário pois ensinar toda a matemática, toda a física, nem encarar ou projectar todos os tipos de máquinas.

E quando um aluno de engenharia através dum estágio, ou um recemformado no seu primeiro emprego, se sentirem oprimidos perante a complexidade duma máquina ou sistema, deverão pensar que se trata duma pluralidade de elementos cujas funções por ventura conhecem.

Se analisarem diagramas de bloco em que as funções essenciais se encadeiam e deixarem para mais tarde os pormenores do processo como cada uma se desenvolve, é natural que o espírito mais socegado possa no tempo acabar por assimilar e dominar toda a complexidade do sistema.

É grave contudo que as funções essenciais não se conheçam.

A escolha do essencial é a tarefa do professor, trabalho este que a maior parte dos alunos não pressente mas que lhes facilita a vida e contribui de modo poderoso para a sua preparação.

Mas interessa também a ordem pela qual os assuntos se tratam; eis porque assistir às aulas é indispensável.

A maneira como se trata um assunto, o modo como se desenha um esquema ordenando lògicamente as diversas funções dá uma facilidade de apreensão que o livro ou as folhas não podem substituir.

E agora, umas breves palavras, sobre o papel activo que compete ao aluno na sua formação o qual não se pode resumir no simples e óbvio conselho de que se deve estudar.

É preciso que além das provas que presta, o aluno tome consciência da evolução que está a sofrer e mesmo que tenha obtido aprovação nos seus exames não desapareça do seu espírito a necessidade que concerteza ainda terá de meditar nos assuntos tratados.

Sabemos que o contacto com novos preceitos traduz-se em geral por uma reacção que nem sempre é fácil de vencer.

Ultrapassado este tempo escolar, duvido que encontre paciência, pela idade, e oportunidade pelas ocupações, para se interessar de novo por eles, excepção feita aos estudiosos.

Mas na escola tem o aluno o tempo e o clima próprios para essas lutas do espírito e para reflectir sobre os problemas.

E então essas dúvidas que não foram desfeitas, (como pequenas bolsas de resistência), constituirão um suplício para os espíritos mais conscientes e para outros, capazes de se enganarem a si próprios, convencê-los-ão da inutilidade da sua consideração e o indivíduo embora satisfeito e sem o pressentir cairá numa análise medíocre dos problemas.

* * *

É preciso pois que se tenha consciência do que se sabe e do que é preciso e convém saber.

Esta finalidade poderá atingir-se se se habituarem a utilizar imediatamente o que aprenderam não só resolvendo problemas respeitantes, mas começando a interpretar a vida que os cerca, à luz dos vossos conhecimentos.

Que tomem contacto com os problemas e o mundo da engenharia lendo ou mesmo folheando as revistas da especialidade.

Isto lhes dará uma ideia das carências e lhes abrirá o espírito, pelo interesse, à aquisição dos conhecimentos que nas cadeiras seguintes vos serão ministrados.

A aquisição dum conhecimento é tanto mais fácil quanto maior for a necessidade que sentimos dele.

E por último apenas uma observação.

Já tenho ouvido a alunos estes comentários: já não sei nada desta cadeira, já não sei nada daquela.

Duvido que, quando um assunto se compreendeu bem se possa esquecer completamente.

Evidentemente que o pormenor, a demonstração, esquecem, mas os conceitos fundamentais e os resultados principais não podem nem devem esquecer-se.

Isso obriga a um esforço de interpretação que não é fácil mas também não é impossível.

É pois necessário que terminado o estudo duma cadeira meditem e saibam extrair o que se não pode nem deve esquecer.

Estas considerações estão especialmente ligadas às cadeiras de matemática, física ou às cadeiras teóricas da especialidade.

São constituídas por matéria abundante, que porventura o engenheiro *comum* não utilizará totalmente.

É importante, então, que ao longo do curso à medida que essas reacções vão sendo necessárias as consolidem ou alarguem já que realmente na altura em que administradas pela pouca utilidade que porventura lhes viram não houve esse estímulo forte de apreensão.

É pois necessário que consigam da matemática uma preparação mínima que lhes permita o tratamento analítico conveniente dos problemas mais comuns.

É indispensável que conheçam e dominem os conceitos fundamentais da física e saibam interpretar e aplicar as suas leis aos problemas concretos da vossa especialidade.

Em suma, é necessário que desenvolvam ao máximo o vosso grau de consciência no sentido de servir a vossa formação profissional e integral.

Acredito sinceramente que ao indivíduo cabe um papel na sua educação que não pode ser desempenhado por ninguém; só ele, por um grau desenvolvido de consciência e autocrítica consegue corrigir-se e completar-se.

Não fiz o elogio duma profissão, apenas tentei descrever alguns dos seus aspectos.

Parece-me, mesmo, que não teria sentido fazê-lo; todas são igualmente belas.

Há contudo em nós alguma coisa de inato que nos condiciona a maior utilidade e a consequente felicidade interessa a um tipo particular de acção.

E se isto mede, até certo ponto, as nossas limitações, a consciência desse facto é um acto superior.

Oxalá que cada um sinta uma vocação e tenha a coragem de a seguir.

E, com este voto, dou por terminada esta palestra.

BATERIAS

Tudor

PORTUGAL

PILHAS SECAS

• A MARCA MAIS ANTIGA •

• A MELHOR QUALIDADE •

• O MENOR CUSTO •

No Continente como no Ultramar defendem e seguram importantes capitais aplicados nas grandes obras hidro-eléctricas nacionais:

BELVER
CABRIL
CASTELO DO BODE
MABUBAS
SERRA DA ESTRELA
PRACANA
SALAMONDE
VENDA NOVA

PRODUTOS INERTOL

A Construção Civil confia-lhes, também, a protecção de seus:

ALICERCES
EMPENAS
TERRAÇOS
CASAS DE BANHO
PISCINAS
DEPÓSITOS
TUBAGENS
ETC., ETC.

Pelos telefones:

LISBOA 56999 • PORTO 27648

presta-se assistência imediata a qualquer consulta ou informação

Oficina e Laboratórios

do

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO de ELECTROTECNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA-ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

tintas para artistas

Mantendo um serviço destinado aos artistas de todo o Mundo, Reeves, os principais fabricantes britânicos de tintas, estudaram as necessidades dos pintores durante quase 200 anos, tendo alcançado uma reputação com as suas tintas e equipamentos de primeira qualidade que não tem rival. Todos os materiais empregados na sua manufactura são cuidadosamente ensaiados e seleccionados de modo a produzirem tintas de completa confiança e brilho extraordinário, tão úteis para proporcionarem aquela segurança indispensável para trabalhos com êxito.

Quaisquer que sejam as suas necessidades, REEVES dará perfeição ao seu trabalho com: **Tintas de óleo "Goya". Aguarelas. Lápis para pastel. Pincéis. Guaches. Puneses e todos os materiais indispensáveis para os artistas.**

Reeves

Representante em Portugal:
A. LOPES DA SILVA
R. dos Fanqueiros, 15-2.º — LISBOA

O NOME REEVES É UMA GARANTIA DE CONFIANÇA

REEVES & SONS, LTD.
DALSTON, LONDON
ENGLAND

FAMOSOS EM CORES DESDE 1788

C. D. 621.365

FORNOS ELÉCTRICOS DE SOLEIRA ROTATIVA

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL DIPLOMADO (I. S. T.) MANUEL CHAGAS ROQUETTE

O forno eléctrico de soleira rotativa, é realização recente, no campo da Electrometalúrgica: poucos são os dados conhecidos e reduzido o número de artigos publicados em revistas da especialidade. Deve ainda salientar-se que aqueles dados e artigos têm surgido através de técnicos, ligados a entidades interessadas na própria construção e montagem de dispositivos de soleira rotativa. Esse facto de modo algum diminue o grande interesse dos elementos, já vindos a público, nem a homenagem, que muito sinceramente rendemos, à competência e à integridade dos técnicos, a quem se deve o forno eléctrico de soleira rotativa. Cremos, no entanto, que alguém, completamente independente dos interesses comerciais em jogo, e tendo tido a possibilidade de observar, pessoalmente, instalações modernas de fornos de soleira rotativa, estaria em condições de, com completa liberdade de crítica, e focando aspectos até agora inéditos, escrever umas breves notas sobre o assunto. Foram estas circunstâncias, que nos induziram a publicar o presente artigo.

1 — Crescimento de bacias de fusão

a) *Resultados de observação*

É um facto de observação corrente, que ao fim de algumas horas de funcionamento e consoante a potência em jogo, se começa a observar nos fornos de carboneto de cálcio e de ferro-ligas, a formação de crateras, de crostas de produtos não fundidos e de chaminés de passagem de gás. A bacia de fusão deixa de apresentar aspecto homogéneo, em torno dos electrodos, com prejuízo das condições de boa marcha do forno e, por conseguinte, de regularidade de fabrico.

No início de marcha a carga desce fácil e ràpidamente no forno, não se verificam crateras, os gases libertam-se a partir das zonas de fusão, em torno dos electrodos e através da carga que mantém boa porosidade. Ao fim de algum tempo de marcha, há tendência em aglomerar-se carga em torno dos electrodos, formando-se crateras, podendo mesmo verificar-se pequenas explosões periódicas, e a marcha do forno piora. Essas crateras apertadas, que surgem em torno dos electrodos, tornam a condução mais difícil e menos económica. As paredes dessas crateras são impermeáveis aos gases, que se libertam do forno, de modo que estes têm de forçar passagem ao longo dos electrodos, para o exterior. Os gases passam a abandonar o forno, com temperatura muito mais elevada, e perfuram por vezes com grande violência as paredes das crateras ou as crostas da superfície do forno, dando origem a projecções mais ou menos fortes.

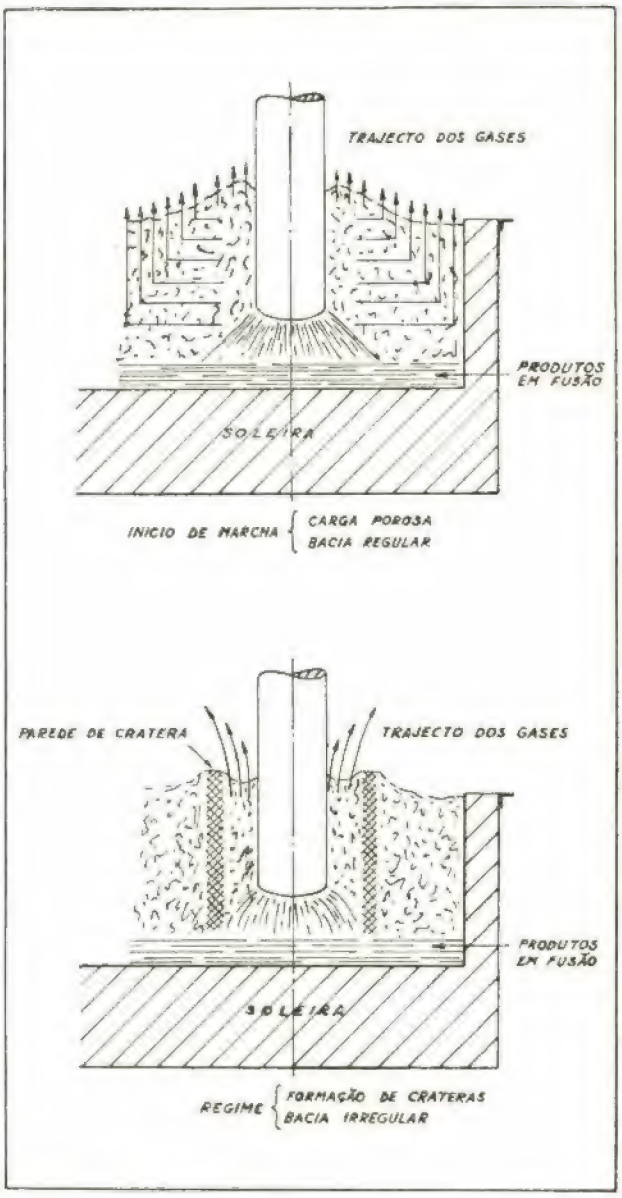
Produzem-se perdas apreciáveis de matérias-primas, sobretudo quando estas têm tendência a volatilizar-se ou são friáveis; as reacções de escorificação dão-se em muito piores condições: o aproveitamento de energia baixa, e as oscilações que se observam podem provocar deslocações das zonas de temperaturas mais elevadas, com aumento do desgaste do revestimento do forno.

A gravura junta, pretende dar ideia esquemática daqueles factos. Embora se observe, em todos os casos, que conhecemos, e são muito numerosos, essa tendência, nem sempre resulta desregulação de fabrico porque se recorre a:

a) vigilância mais cuidadosa da marcha do forno eléctrico, com o recurso a

picagens mecânicas ou manuais mais frequentes;

b) uma melhor distribuição das cargas;



c) e até por vezes, a correcções da composição inicial.

b) *Desvantagens das bacias irregulares*

Embora normalmente se domine a marcha do forno, no entanto a tendência para a formação duma bacia irregular de fusão tem-se verificado sempre, em muitas dezenas de fornos observados, com os principais inconvenientes, que a seguir apontamos:

a) maior consumo de energia eléctrica visto que pelo facto da bacia se tornar irregular, o aproveitamento da energia piora;

b) maiores consumos de matérias-primas;

c) dificuldades de reacções de escorificação;

d) baixa, ainda que quase sempre muito atenuada, das qualidades do produto fabricado;

e) maior usura do electrodo, e aumento consequente do seu gasto;

f) maior desgaste do revestimento refractário do forno, visto que a irregularidade da bacia, vai aproximar algumas zonas de fogo de refractário, normalmente protegido por carga não fundida.

c) *Exemplo*

Como indicação típica, transcrevemos as análises de Si, das sangrias dum forno eléctrico português, produzindo ferro-manganês, do tipo standard, desde o início da marcha:

Si 1 — 0,036 %
2 — 0,036
3 — 0,211
4 — 0,047
5 — 0,047
6 — 0,094
7 — 0,094
8 — 0,071
9 — 0,031
10 — 0,078
11 — 0,15
12 — 0,47
13 — 0,18
14 — 0,50
15 — 3,10
16 — 1,18
17 — 2,00
18 — 1,92

As sangrias foram efectuadas com espaçamentos de cerca de 1 1/2 horas, e não houve variação de qualidade de matéria-prima, nem de composição de carregamento, nem se constatou qualquer outro factor importante a considerar que pudesse

explicar a tendência para subida do teor de Si, que não fosse o desenvolvimento irregular da cuva, à medida que o forno ía entrando em regime.

Estes factos, do conhecimento dos técnicos electromelalúrgicos, há dezenas de anos, chamaram a particular atenção do engenheiro norueguês Ellefsen, que se consagrou ao estudo duma solução que dificultasse ou impedisse o crescimento irregular da bacia do forno eléctrico.

2 — Experiências do engenheiro Ellefsen

a) *Estudos iniciais*

Desde 1917 que Ellefsen iniciou os estudos, segundo as suas próprias declarações, do problema de evitar a formação de crateras e de bacias irregulares nos fornos eléctricos. Surgiu-lhe como ideia mais simples a utilização de fornos com soleira dispondo de movimento rotativo, o que permitiria ir deslocando sucessivas áreas do forno, em volta dos electrodos, que permaneceriam fixos. Ellefsen concebeu a aplicação do seu invento a fornos trifásicos, o que foi perfeitamente lógico visto que:

a) o forno monofásico, de que é o tipo mais espalhado o modelo Miguet, tem, para as potências correntes (2.500 a 8.000 kVA), condições de marcha tão seguras, quando bem conduzido, que o invento de Ellefsen deveria ter neste campo, aplicação restricta;

b) na Noruega, o forno monofásico é quase desconhecido; pràticamente todas as unidades montadas para fabrico de carboneto de cálcio e ferro-ligas têm sido fornos trifásicos; segundo informação que nos comunicou o sr. Bjune, director de Fiskaa Verk, há poucos anos desmontaram-se os únicos fornos noruegueses monofásicos destinados àqueles fabricos (do tipo Lambert antiquado).

Na época em que surgiram as ideias de Ellefsen, elas não encontraram o terreno mais propício: os fornos eram então de cuva rectangular ou ligeiramente ovalisada e o electrodo contínuo Soderberg não era ainda do domínio industrial.

Só um forno de cuva circular trifásico, com electrodos contínuos, permitiria com relativa facilidade a efectivação do movimento rotativo, que se pretendia dar à soleira.

b) *Experiências de Fisko e de Porsgrunds*

O período das realizações surgiu em 1934, quando Ellefsen tomou contacto com a importante firma Det Norske A/S for Elektrokemisk Industri, hoje Elektrokemisk, de Oslo, com a qual iniciou um útil trabalho de colaboração. Baseado nas ideias daquele engenheiro norueguês, foi montado na antiga fábrica piloto de Fisko (perto de Kristiansand) um forno experimental de 1000 kW com soleira rotativa. A soleira do forno assentava sobre uma placa, a que era solidária, e que rodava em torno dum veio central. A placa apoiava-se em 4 rodas e o movimento era comunicado a uma cremalheira da referida placa, por meio dum sem-fim, accionado por um pequeno motor eléctrico. Os resultados foram tão animadores, que a Det Norske A/S construiu um grande forno de soleira rotativa de 8.000 kVA em Fisko, ao qual se seguiu unidade semelhante. O primeiro grande forno de soleira rotativa de Fiskaa Verk trabalha desde 1937, na produção de ferro silício. Em 1942, a Porsgrunds Elektrometallurgiske A/S, onde Ellefsen tem grandes interesses, pôs em marcha outra unidade rotativa de 6.000 kW.

c) *Conclusões das experiências industriais*

Os primeiros ensaios e realizações industriais vieram demonstrar que:

a) o forno de soleira rotativa era realizável, para unidades trifásicas, de cuva circular e electrodo Soderberg;

b) notavam-se vantagens nítidas deste forno, em relação aos modelos clássicos estáticos, para certas fabricações, em que interessava manter porosidade

da carga e regularidade da bacia de fusão;

c) verificou-se que existia, para cada fabricação, velocidade óptima, função do produto a fabricar e do tipo e potência do forno; essa velocidade situava-se, em geral, entre 1 rotação em 18 horas a 1 rotação em 72 horas;

d) provou-se que a rotação completa, podia ser substituída por deslocações circulares lentas da soleira em torno dos electrodos, num e noutro sentido; assim movimentos rotativos incompletos com amplitude de 60° num sentido e noutro, a partir dos electrodos, mostraram-se tão eficientes como a rotação completa;

e) constatou-se que só para velocidades muito superiores aos valores óptimos, se caía na zona de velocidades perigosas para a manutenção de electrodos, fabricados com boa pasta norueguesa (desde que as matérias primas utilizadas na confecção do electrodo contínuo sejam deficientes, aquele pode mostrar tendência a partir, não suportando a pressão contra ele exercida pela carga em movimento).

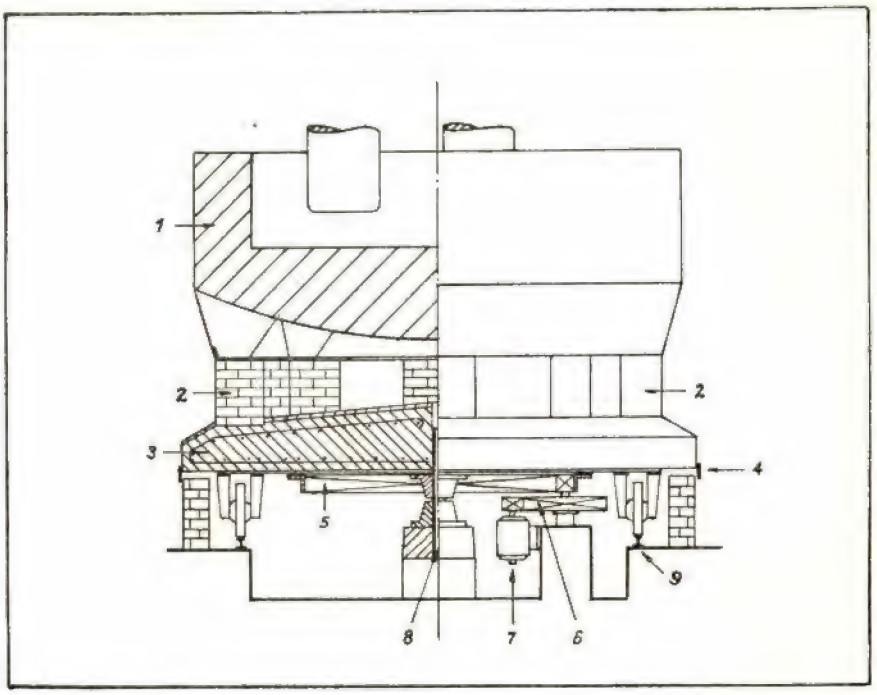
f) a lentidão do movimento impôs grandes desmultiplicações (da ordem de 1 por 5 milhões!);

g) houve necessidade de ter cuidados muito especiais com o nivelamento do caminho do rolamento; foi ainda construido muro circular de protecção abaixo da placa rotativa, que permite que aquela se apoie, na hipótese duma das rodas se partir, e que a defende ainda de qualquer rotura da cuva do forno por material em fusão;

h) o recurso à maior velocidade de rotação, permitida pelo sistema mecânico, facilita o esvaziamento da cuva do forno, quando de mudanças de fabrico.

FORNO DE SOLEIRA ROTATIVA

1 — Cuva
2 — Pilares
3 — Placa rotativa em betão armado
4 — Placa metálica e muro circular de protecção
5 — Cremalheira
6 — Transmissão de engrenagem
7 — Motor eléctrico
8 — Veio central
9 — Caminho de rolamento



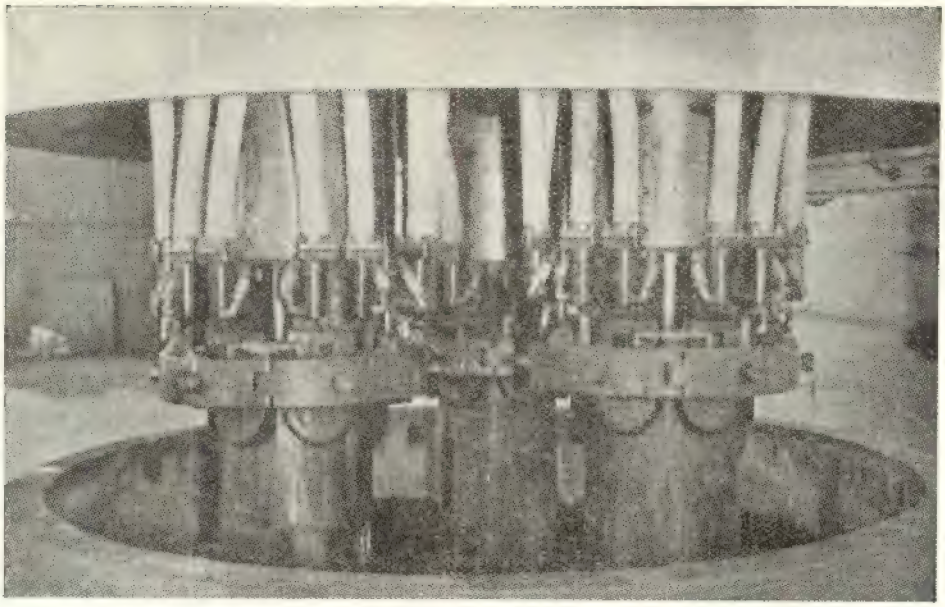
Têm sido equipados com soleira giratória, até ao presente, apenas fornos trifásicos de cuva circular, com electrodos Soderberg.

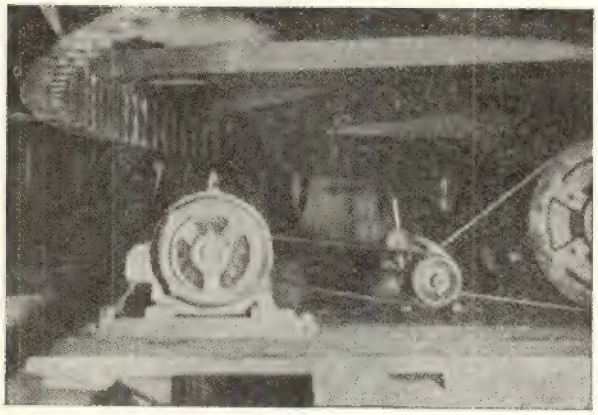
d) *Relacionação de variáveis*

Ellefsen e os seus colaboradores estabeleceram a seguinte fórmula empírica, que relaciona o tempo duma rotação completa,

FORNO
DE SOLEIRA
ROTATIVA

CUVA VISTA
DA PLATAFORMA
DE CARREGAMENTO



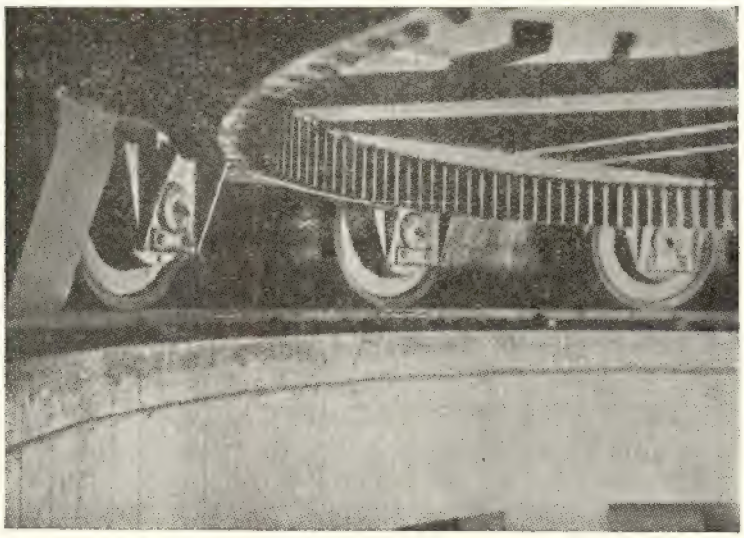


FORNO DE SOLEIRA
ROTATIVA

TRANSMISSÃO POR CORREIA
E ENGRENAGEM DO MOVIMENTO
DE ROTAÇÃO

FORNO DE SOLEIRA
ROTATIVA

CREMALHEIRA E CAMINHO
DE ROLAMENTO



e portanto a velocidade do movimento, com os factores que a condicionam:

$$t = \frac{\pi^2 . Rc . Y . d . h}{N . \alpha}$$

t = tempo necessário para se efectuar rotação de 360° (h)
Rc = distância entre o eixo dum electrodo e o eixo vertical do forno (cm)
Y = densidade aparente da carga bruta (T/m^3)
d = diâmetro dos electrodos (cm)
h = comprimento do electrodo introduzido no forno (cm)
N = potência por electrodo (kW)
α = carga tratada por kWh (g/kWh)

A fórmula reproduzida tem, quanto a nós, mais valor qualitativo do que quantitativo. Ainda que, com relativa aproximação, dê valores muito perto daqueles que, empìricamente, se podem estabelecer para determinados fabricos e fornos, o seu maior mérito reside em permitir relacionar, e com certa lógica, as principais variáveis que vão determinar a velocidade de rotação. Por essa razão, passamos a discutir aquela expressão:

a) quando Rc aumenta, a velocidade periférica junto do electrodo, cresceria de modo exagerado e portanto o esforço a que os electrodos passavam a ficar sujeitos, se t não aumentasse também;
b) quando Y cresce, também é maior a pressão da carga contra o electrodo; para defender os electrodos, diminui-se a velocidade e portanto aumenta-se t;
c) quando d ou h aumentam, maior se torna a área do electrodo em contacto com a carga em movimento; para reduzir o esforço contra o electrodo, impõe-se diminuir a velocidade, aumentando t;
d) se N cresce, a quantidade total de carga tratada deve aumentar para o mesmo tipo de fabricação: impõe-se melhorar portanto as condições de agitação da bacia diminuindo t; essa diminuição nunca vai tão longe que prejudique o electrodo, visto que também aumenta normalmente, d, e por vezes Rc, o que, de acordo com a fórmula, exige a adopção duma velocidade adequada;
e) se N cresce, e se mudou o tipo de fabrico, está-se ou em presença de matérias-primas de tratamento mais difícil ou de fabrico, que exige, por kg de produto final, maior consumo de energia; justifica-se então, maior agitação e portanto um menor valor de t; verifica-se, como na alínea anterior, um aumento de d, e por vezes de Rc;
f) se α é maior, a carga tratada também aumenta, e portanto a agitação deve ser mais enérgica, com a consequente diminuição de t; nestes casos aumenta normalmente Rc e d; h diminui, em geral (para tensão constante).

3 — Realizações industriais

Uma das grandes dificuldades, em tomar-se posição definida acerca do forno de soleira rotativa, consiste em não ser fácil comparar resultados obtidos naqueles fornos e nas unidades clássicas de soleira fixa. Somos de opinião que só valores obtidos com fornos precisamente idênticos, com igual regime de marcha, os mesmos produtos fabricados, matérias-primas e pasta para electrodos idênticos, e iguais cuidados na condução, podem fornecer elementos para comparação judiciosa e desapaixonada. Passamos a seguir uma revisão às unidades de soleira giratória, de que temos conhecimento.

a) *Noruega*

Vimos em Fiskaa Verk (perto de Kristiansand), da Elektrokemisk, 2 fornos de 8 000 kVA, a produzir ferro-silício. Ignoramos se foi feito qualquer ensaio comparativo com aquelas unidades paradas e com a soleira em movimento. As matérias-primas empregadas e a pasta para electrodo utilizada eram de muito boa qualidade. Pareceu-nos que não se notava vantagem,

na utilização do movimento da soleira, quando se produzia ferro-silício a 45 %.

Em Porsgrunds (Elektrometallurgiske A/S), existem dois fornos de 6.000 kVA trabalhando também a ferro-ligas. Nessa fábrica, de que é importante accionista e director o próprio engenheiro Ellefsen, realizou este, ensaios comparativos, que duraram cerca de 6 meses, para produção de ferro-silício a 75 % e que deram, a favor do forno de soleira rotativa:

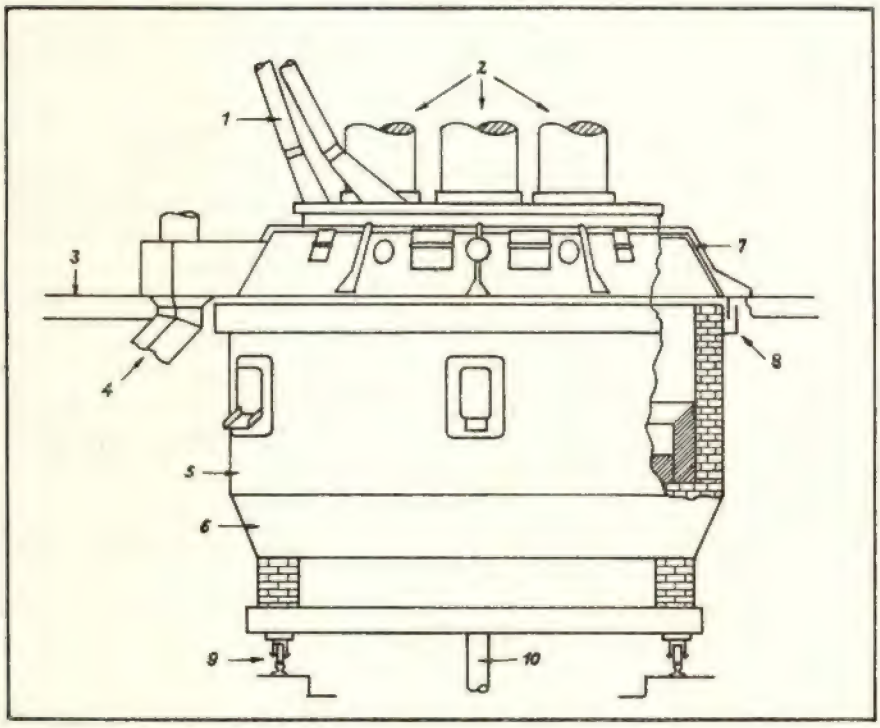
aumento de produção, para o mesmo consumo de energia ..... 17 %
diminuição de consumo de matérias-primas, por tonelada de produto fabricado ..... 10 %

Tanto as matérias-primas como a pasta foram de boa qualidade. Os resultados transcritos não foram controlados pelos técnicos da Elektrokemisk.

rotativa de 17.000 kW, que produz carboneto de cálcio. O torno é de concepção muito moderna, fechado e com recuperação de gases. Entre a abóbada fixa e a cuva móvel, existe junta de areia. Esta unidade tem-se comportado magnificamente. No entanto, porque não há fornos comparáveis, de soleira fixa, visto que o forno é de linhas moderníssimas, e porque não foi realizado, segundo supomos, qualquer ensaio elucidativo com a soleira parada, as conclusões a tirar da maior ou menor vantagem da soleira móvel, neste caso, ficam parcialmente prejudicadas.

c) *Itália*

Em Março do corrente ano visitámos a nova fábrica de ferro-silício de alto teor e de silício metal de Calusco, da Soc. An. Officine Ellettrochimiche Trentine. Encontrava-se em funcionamento, há cerca de



FORNO DE SOLEIRA ROTATIVA

Tipo fechado com recuperação de gases

1 — Tubos-caleiras de alimentação de matérias-primas
2 — Electrodos
3 — Plataforma de vigilância e picagem
4 — Saída de gases recuperados
5 — Blindagem metálica exterior da cuva
6 — Placa rotativa de apoio
7 — Abóbada refrigerada com água
8 — Junta circular de areia
9 — Caminho de rolamento
10 — Veio central

b) *Suécia*

A Stockolms Superfosfat Fabriks A/S, tem em funcionamento na sua fábrica de Stockvick, desde 1950, um forno de soleira

dois anos, um forno trifásico de 5.000 kVA, montado pela Elektrokemisk A/S, com soleira rotativa; estava em curso de montagem idêntica unidade. Os técnicos da empresa encontravam-se muito satisfeitos

com o novo forno. As matérias-primas para a fabricação eram de boa qualidade, a pasta medíocre, o que provocara, no princípio da marcha, o rompimento de electrodos, e queda de troços apreciáveis no forno. Seria de maior interesse técnico, a realização de ensaios comparativos nas duas novas unidades de que passa a dispor Calusco, mantendo-se uma com a soleira fixa, e outra com a soleira giratória. De facto a qualidade inferior da pasta empregada, implica condições diferentes das observadas em Portsgrund. Ainda que seja legítimo o entusiasmo dos técnicos da Trentine pelo forno já em funcionamento de soleira rotatória, não se deve deixar de frisar que os fornos de que até então aquela sociedade dispunha eram unidades nìtidamente antiquadas. Parece-nos que só um ensaio comparativo, com os dois novos fornos de 5.000 kVA, poderia dar resultados quantitativos de confiança. Sob o aspecto qualitativo, do que observamos, concluimos que havia nítida vantagem no emprego destes fornos de soleira rotativa, para o fabrico de ferro-silício de 75 % e de teores superiores.

A Sociedade San Marco, com fábrica de cianamida cálcica em Porto Marghera (perto de Veneza), está a montar um outro forno de soleira rotatória, para carboneto de cálcio, segundo planos fornecidos pela Elektrokemisk.

d) *França*

Na fábrica de Rioupéroux (Compagnie Universelle d'Acétyléne et d'Electrométallurgie), um forno de 6.500 kW, de soleira rotatória, produz, desde 1946, ferro silício de alto teor e silício metal.

Em Bellegarde (Etablissements Bertolus) encontra-se já em funcionamento uma unidade semelhante com a potência de 5.500 kW, que produz também ferro-silício.

Na fábrica de Montricher (Societé Electrometallurgique de Montricher — hoje integrada no grupo Pechiney), está em construção um forno para carboneto de cálcio de 6.000 kVA, também segundo planos fornecidos pela Elektrokemisk de Oslo. Este facto é bem significativo: no próprio centro fabril, que viu surgir o magnifico forno monofásico de electrodos contínuos Miguet, prefere-se hoje montar uma nova unidade com características totalmente diferentes (forno de soleira rotativa, trifásico, com electrodos Soderberg).

e) *Espanha*

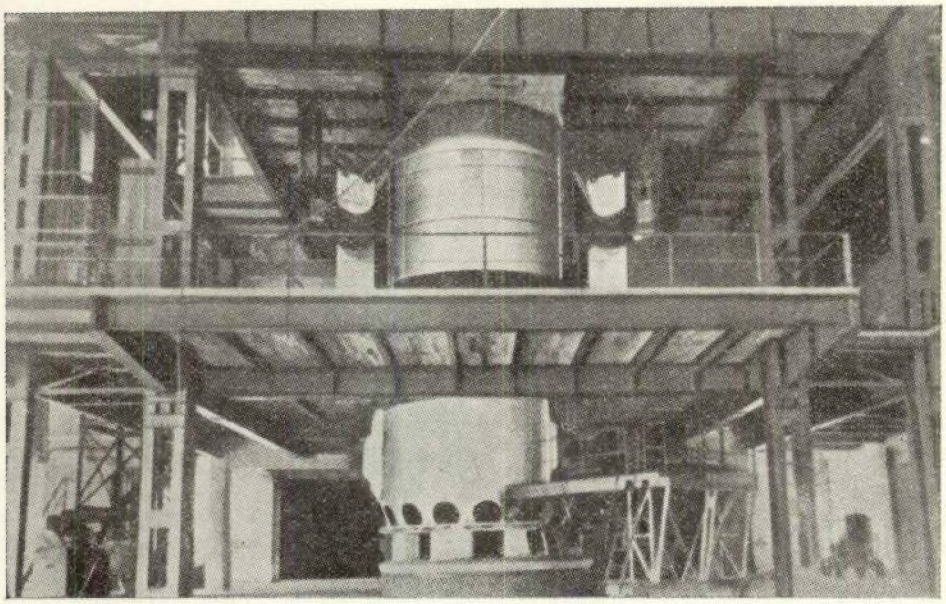
Em Outubro deste ano, vimos em Bilbau o novo forno em construção da Fundiciones Electricas S. A. (igualmente planeado pela Elektrokemisk). Esta unidade de 6 000 kVA destina-se ao fabrico de ferro-silício e de ferro-manganês e deve entrar em produção nos primeiros meses de 1954. Aguardamos com muito interesse os resultados obtidos com este novo forno, que vai trabalhar em condições francamente piores do que as unidades semelhantes já em serviço noutros países (qualidade inferior de matérias primas-antracites com elevado teor de cinzas, minérios de manganês pobres; má composição de pasta para electrodo). As condições são tão diferentes das observadas noutras instalações, que mesmo os resultados absolutos alcançados irão fornecer dados muito úteis sobre o forno de soleira rotatória, quando utiliza matérias-primas inferiores. É de prever que, no caso espanhol, o movimento da soleira vá facilitar o trabalho com matérias primas de qualidade inferior, e portanto melhorar a marcha do forno e aumentar rendimentos; mas por outro lado, a má composição da pasta do electrodo poderá provocar, ainda com mais frequência do que em Itália, a rotura do electrodo, o que pode representar inconvenientes tremendos. Só a prática dará indicações seguras.

f) *Estados Unidos*

Na fábrica de Wilson Dam (Tennesse Valley Authority), foi posto em marcha recentemente, e com bons resultados, um forno trifásico de soleira rotativa, de 7.500 kW, que produz fósforo.

A National Carbide C.º, divisão da Air Reduction C.º Inc., está a montar 2 gran-

des fornos de soleira rotativa de 24.000 kW, cada, para fabrico de carboneto de cálcio, na sua fábrica de Calvert City. Estes fornos serão o núcleo dum grande agregado industrial que produzirá derivados do acetileno.



FORNO DE SOLEIRA ROTATIVA

Conjunto

4 — Custo da instalação

a) *Gasto de energia e despesas de manutenção*

O aumento de consumo de energia, provocado pelo movimento de rotação não é de considerar: um motor de 1 CV é suficiente para um forno até 8.000 kVA.

As despesas de manutenção do forno de soleira rotativa são menores que as correspondentes à unidade estática. De facto a duração da cuva aumenta consideràvelmente. Por outro lado, as despesas de manutenção do sistema de movimento da soleira são muito reduzidas e bem compensadas por aquela vantagem.

b) *Despesas de primeira instalação*

O agravamento de preço provocado pela instalação do mecanismo de movimento da soleira, é relativamente reduzido. Assim, para fornos trifásicos, com electrodos Soderberg, de potências compreendidas entre 3.000 e 5.000 kVA, aquele agravamento pode computar-se em cerca de 6 % do custo da instalação (excluindo edifícios e despesas de montagem). Para unidades mais potentes, aquela percentagem ainda vem reduzida podendo descer até 3 %. Julgamos que, a fim de facilitar a divulgação do novo sistema de forno, a Elektrokemisk reduziu, substancialmente, os seus possíveis lucros, no que diz respeito a licenças e cedência de planos.

A totalidade, ou quase totalidade de fornos deste tipo, têm sido montados pela Elektrokemisk S/A, de Oslo. O engenheiro Ellefsen, que há cerca de dois anos trabalhava com essa importante organização, desligou-se dela e, supomos que, presentemente, actua como consultor técnico independente. Muito recentemente a firma alemã Demag-Elektrometallurgie GMBH de Karlsruhe, propõe também efectuar instalações de fornos de soleira rotativa.

Em nosso entender, e baseados em dados já publicados e ainda no que pudemos observar, parece-nos que:

5 — Conclusões

a) o forno de soleira rotativa apresenta nítidas vantagens para o fabrico de

ferro-silício com 75 % e teores superiores;

b) é muito provável, que para potências superiores a 8.000 kVA, devido às maiores dimensões das bacias de fusão, haja vantagem em empregar soleiras rotativas, mesmo para o fabrico de ferro-silício com 45 % e de carboneto de cálcio;

c) a má composição da pasta de electrodo pode prejudicar fortemente o funcionamento dos fornos rotativos;

d) o forno rotativo, para boa qualidade de pasta de electrodo, deve permitir com mais facilidade tratar más matérias-primas; no entanto, o facto de, quando existem más matérias-primas, também ser, normalmente, de qualidade inferior, a pasta para electrodos, vem lançar a dúvida sobre este ponto;

e) só as experiências, em escala industrial, nos parecem ser susceptíveis de dar indicações concretas sobre a marcha dum forno de soleira rotativa, utilizando simultâneameute, más matérias-primas e má pasta; por isso torna-se do maior interesse conhecer o comportamento do novo forno de Bilbau;

f) o custo da instalação de rotação da soleira oscila entre 6 e 3 %, conforme a dimensão do forno;

g) não é de considerar a despesa com o gasto de energia para o movimento de rotação; as despesas de manutenção vêm reduzidas.

Os técnicos da Elektrokemisk afirmam ainda que o forno fechado de soleira rotativa permite mais fácil captação de gases; é um facto também já verificado, que em muitos casos, aquele forno permite a utilização de matérias-primas com proporção de finos maior do que a habitual.

6 — Bibliografia

M. Tonnes Ellefsen — Le four Tournant Elkem (système Ellefsen) pour les fabrications électro-métallurgiques — «Journal du Four Electrique et des Industries Electrochimiques» — Junho-Julho 1946.

Elektrokemisk A/S — «Elkem Calcium Carbide and Ferro Alloy Furnaces» — publicação n.º 53.

Elektrokemisk A/S — «Fours Electriques» — publicação n.º 54.

V. Paschkis — «Les fours électriques industriels» — Tradução de J. Bernot e W. J. Swiatecki — ed. Dunod — 1952.

New Covered Furnaces Rotate — «Chemical Engineering» — Março de 1952.

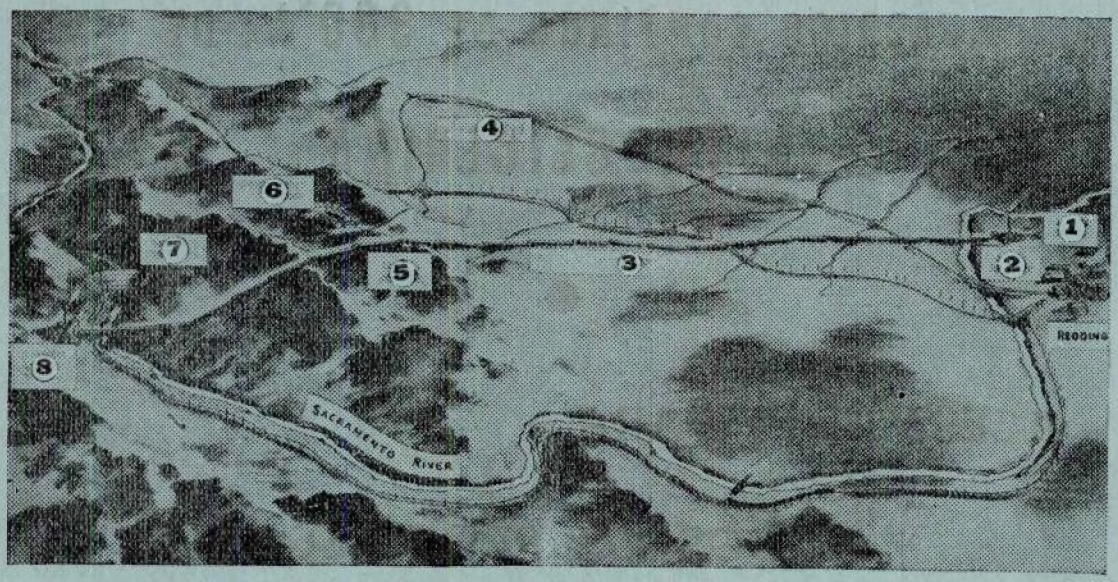
M. O. Sem — Self-baking electrodes spur development of bigger, better furnaces — «The Iron Age» — Agosto 1952.

R. Durrer e G. Volkert — «Die Metallurgie der ferrolegierungen» ed Springer — Verlag — 1953.

R. Sevin — Modernisation et Productivité dans les Industries Electrochimiques et Electrometallurgiques Françaises — «Journal du Four Electrique et des Industries Electrochimiques» — Maio-Junho 1953.

Cerca de 30 km de correias transportadoras

numa só instalação.



Instalação transportadora de Great Central Valley, Califórnia

Esta instalação, que foi montada especialmente para transporte da areia e brita necessária à construção da Barragem Shasta, no Rio Sacramento, consta de 26 correias transportadoras sem-fim, de 1.200 m de comprido, 36'' de largo e accionadas por motores de 200 h. p. cada uma.
O sistema tem uma capacidade de transporte de 1 000 toneladas por hora, a uma velocidade de cerca de 3 m/seg. O material em trânsito conserva-se sobre a transportadora (3) durante cerca de hora e meia, para percorrer 15.300 m, desde a instalação de britagem (1) a uma altitude de 160 m acima do nível do mar (2), atravessando uma auto estrada, (4), atingindo uma altitude de 475 m (5) e cruzando por duas vezes o rio, até atingir o ponto de construção da barragem (7).

Use também correias transportadoras

Um tipo especial para cada serviço.

Distribuidores exclusivos: **CANELAS & FIGUEIREDO, L.DA**

R. dos Fanqueiros, 46 — LISBOA

Telef. 2 5058 / 2 4502 / 2 1729

Teleg. CANELASCO

EXPLOSIVOS

FABRICO CONTÍNUO DE 300 Kg/h DE

NITROGLICERINA

ACESSÓRIOS PARA

TODOS OS PROCESSOS

DE DETONAÇÃO

ACIDO AZÓTICO

Sociedade Portuguesa de Explosivos, L.da

RUA DOS FANQUEIROS, 44-1.º

LISBOA